

# **DESARROLLOS HIDROELÉCTRICOS, CORP.**

## **PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN ANDRES**

### **PLAN DE ACCIÓN DURANTE EMERGENCIAS (PADE)**

Preparado por:  
Ambrosio Ramos Pimental

Aramos Hidro, S.A.  
[aramos@aramoshidro.com](mailto:aramos@aramoshidro.com)

MARZO, 2018

# **DESARROLLO HIDROELÉCTRICOS, CORP.**

## **PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN ANDRÉS**

### **PLAN DE ACCIÓN DURANTE EMERGENCIAS (PADE)**

Preparado por:  
Ambrosio Ramos Pimentel

Aramos Hidro, S.A.  
aramos@aramoshidro.com

MARZO, 2018

## **“Plan de Acción Durante Emergencias”**

### **Presa de cierre del embalse del río Caña Blanca y quebrada La Paja**

DESARROLLOS HIDROELÉCTRICOS. CORP./Coordinador del PADE  
Kariuska Atencio

Aramos Hidro, S.A./ Especialista en Seguridad de Presas  
Elaborado por:

Ambrosio Ramos Pimentel

Aramos Hidro, S.A. (ARHSA) /Gerente General

Ambrosio Ramos Pimentel

Versión Final, marzo, 2018.

## REGISTRO DEL DOCUMENTO

<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>	<b>Descripción de los cambios</b>	<b>Empresa</b>
0	26-03-2018	Plan de Acción Durante Emergencia (PADE)	Aramos Hidro, S.A.(ARHSA)

## CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	
INDICE DE CUADRO .....	6
INDICE DE FIGURAS.....	6
INDICE DE GRÁFICOS.....	7
ABREVIATURAS .....	8
UNIDADES .....	8
SÍMBOLOS .....	9
1. PROPOSITO DEL PADE.....	10
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN ANDRÉS .....	11
2.1 Ubicación regional .....	11
2.2 Características del Proyecto Hidroeléctrico San Andres.....	13
2.2.1 Embalse.....	13
2.2.2 Presa, vertedero y toma .....	14
2.2.2.1 Presa, vertedero y toma Caña Blanca.....	14
2.2.2.2 Presa, vertedero y toma La Paja .....	17
2.3 Camino de acceso .....	19
2.4 Equipos Hidromecánicos.....	21
2.4.1 Presa Caña Blanca .....	21
2.4.2 Presa La Paja .....	21
2.5 Sistema de comunicación .....	21
2.6 Sistemas de aviso de zonas inundables .....	22
2.7 Sistemas de alimentación eléctrica y de iluminación .....	22
3. RESUMEN DE LOS CRITERIOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO.....	23
3.1 Geología y geotécnica .....	23
3.1.2 Criterios de diseño .....	24
3.2 Hidrológico e hidráulicos .....	24
3.3 Sísmicos.....	26
3.4 Documentos Técnicos .....	26
4. RESPONSABILIDADES GENERALES BAJO EL PADE .....	27
4.1 Responsabilidades del dueño .....	27
4.2 Responsabilidades de notificación.....	27
4.3 Responsabilidades de evacuación.....	27
4.4 Responsabilidades de terminación y seguimiento .....	27
4.5. Responsabilidades del coordinador del PADE .....	28
5. DETECCIÓN Y SITUACIONES PARA DECLARAR UNA EMERGENCIA .....	29
5.1. Detección de la emergencia.....	29
5.2 Identificación de la emergencia.....	29

---

5.2.1 Definición de los tipos de alertas .....	29
5.2.2 Causas para declarar una emergencia .....	30
5.2.3. Identificadores de una emergencia .....	32
5.2.3.1. Umbrales para los distintos sucesos .....	32
5.2.3.1.1. Umbrales asociados a avenidas .....	33
5.2.3.1.2. Umbrales asociados a sismos .....	33
5.2.3.1.3. Umbrales asociados a la auscultación .....	34
5.2.3.1.4. Umbral asociado a la inspección de las presas .....	35
5.2.4. Escenarios de seguridad.....	38
5.3. Descripción de la amenaza de la falla de la presa .....	40
5.4. Descripción de la amenaza de crecida .....	41
5.5. Conclusión de la emergencia .....	41
5.6. Implementación del sistema de alerta hidrológico .....	42
6. ACCIONES DURANTE EMERGENCIA .....	43
6.1. Paso 1: Detección del evento.....	43
6.2. Paso 2: Determinación del nivel de emergencia.....	44
6.3. Paso 3: Niveles de comunicación y notificación .....	44
6.3.1. Modelos de notificación .....	44
6.3.2. Flujo de notificaciones .....	45
6.3.3. Vinculación con el sistema de protección civil. ....	50
6.4. Paso 4: Acciones durante la emergencia .....	50
6.4.1. Definición de las acciones de emergencia .....	51
6.4.2. Formulario de registro de evento .....	52
6.5. Paso 5: Terminación.....	52
7. ESTUDIO DE LA SITUACIÓN DE EMERGENCIA.....	53
7.1 Escenarios de emergencia .....	53
7.2 Estudio de afectación de la ribera de embalse y valle.....	54
7.2.1 Análisis hidráulico .....	54
7.2.2 Crecidas ordinarias y extraordinaria .....	55
7.2.1.2 Colapso estructural en condición normal y durante crecida extraordinaria.....	55
7.2.1.3 Falla de operación de las compuertas .....	55
7.3. Mapas de inundación.....	55
7.4. Resultados.....	56
7.5. Descripción de la zona potencialmente inundable.....	56
7.6. Recomendaciones para el plan de emergencia .....	57
8. ANEXOS .....	58

- ANEXO A** - Formulario para registro de eventos
- ANEXO B** - Mapas de inundación del PH San Andres
- ANEXO C** - Planos como contruidos del PH San Andres
- ANEXO D** - Análisis hidráulico del Río Caña Blanca y quebrada La Paja
- ANEXO E** - Directorio de contactos alternativos
- ANEXO F** - Plan de simulacro para emergencias

## **INDICE DE CUADRO**

Cuadro N° 1 - Ubicación de las estructuras que conforman el PH San Andrés .....	11
Cuadro N° 2 - Zonificación de presa derecha de materiales sueltos .....	16
Cuadro N° 3 - Descripción de los caminos de acceso hacia las presas del PH San Andres .....	19
Cuadro N° 4 – Características de los equipos hidroelectromecánicos en la presa Caña Blanca .....	21
Cuadro N° 5 - Característica de los elementos hidromecánicos de la presa La Paja .....	21
Cuadro N° 6 - Características de los suelos en las estructuras principales del PH San Andrés.....	23
Cuadro N° 7 – Parámetros de diseño utilizados para el diseño de las estructuras del PH San Andrés.....	24
Cuadro N° 8 - Caudales máximos de diseño y periodos de retorno .....	24
Cuadro N° 9 – Parámetros sísmicos del PH San Andrés.....	26
Cuadro N° 10 – Aceleraciones para el diseño de las estructuras de cierre y casa de máquinas .....	26
Cuadro N° 11 - Causas de emergencia en las presas Caña Blanca y La Paja.....	31
Cuadro N° 12 - Indicadores asociados a umbrales por avenidas .....	33
Cuadro N° 13 - Indicadores asociados a umbrales por sismos .....	34
Cuadro N° 14 - Indicadores cualitativo de inspección asociado a las causas de emergencia .....	35
Cuadro N° 15 - Escenarios asociados a las causas de emergencia en el PH San Andrés .....	39
Cuadro N° 16 - Modelo de notificaciones según el nivel de emergencia detectado.....	44
Cuadro N° 17 - Acciones a tomar durante la Emergencia.....	51
Cuadro N° 18 - Escenarios de Análisis para Emergencias .....	54
Cuadro N° 19 - Descarga para crecidas de diseño .....	55
Cuadro N° 20 - Características y Efectos aguas Abajo .....	56
Cuadro N° 21 - Características y Efectos aguas arriba .....	57

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura N° 2 - Localización del Proyecto Hidroeléctrico San Andrés .....	12
Figura N° 3 - Localización regional del Proyecto Hidroeléctrico San Andres .....	13
Figura N° 4 - Arreglo general de la presa Caña Blanca.....	15
Figura N° 5 - Sección de las presas vertedero de concreto .....	15
Figura N° 6 - Sección de la presa de cierre de materiales sueltos .....	16
Figura N° 7 – Arreglo general de la presa La Paja .....	17
Figura N° 8 – Sección de la presa La Paja.....	18
Figura N° 10 – Rutas para el acceso hacia el PH San Andrés .....	20

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1 - Curva Elevación vs Capacidad del embalse Caña Blanca.....	14
Gráfico N° 2 - Curva de descarga del aliviadero Caña Blanca .....	17
Gráfico N° 3 - Curva de descarga del aliviadero La Paja.....	19
Gráfico N° 4 – Hidrograma de entrada a la presa Caña Blanca.....	25
Gráfico N° 5 - Hidrograma de entrada a la presa La Paja.....	25

## ABREVIATURAS

ASEP	Autoridad Nacional de los Servicios Públicos
CH	Central Hidroeléctrica
CND	Centro Nacional de Despacho
ETESA	Empresa de Transmisión Eléctrica de Panamá
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Centers River Analysis System
HIDROMET	Departamento de Hidrometeorología de ETESA
PADE	Plan de Acción Durante Emergencias
PGA	Aceleración pico de nivel de roca
NmiOE	Nivel Mínimo de Operación Extraordinaria
NmiON	Nivel Mínimo de Operación Normal
NMCE	Nivel Máximo para la Condición de Emergencia
NMOE	Nivel Máximo de Operación Extraordinaria
NMON	Nivel Máximo de Operación Normal
NAD	North American Datum (Datum de America del Norte)
PH	Proyecto Hidroeléctrico
Q	Caudal
SON	Sismo de Operación Normal
SMV	Sismo Máximo de Verificación
SMC	Sismo Máximo Creíble
S.A.	Sociedad Anónima
SINAPROC	Sistema Nacional de Protección Civil
SINAPROC-COE	Centro de Operación de Emergencias de SINAPROC
Tr	Periodo de Retorno
UTESEP	Unidad Técnica de Seguridad de Presas
UTM	Universal Transversal de Mercator
WGS	World Geodetic System (Sistema Geodésico Mundial)

## UNIDADES

cm	centímetros
cm/s	centímetro por segundo
g	aceleración de la gravedad de la tierra (9.81m/seg <sup>2</sup> )
ha	Hectárea
Km	Kilometro
Km <sup>2</sup>	Kilómetro cuadrado
Kv	Kilo voltio
m	metro
m <sup>3</sup>	metro cúbico
m <sup>3</sup> /s	metro cúbico por segundo

mm	milímetro
msnm	metros sobre el nivel de mar
Mmc	Millones de metros cúbicos
MW	Mega Watt

## SÍMBOLOS

°	Grados
φ	Diámetro
%	porcentaje

## 1. PROPOSITO DEL PADE

El PADE define las responsabilidades y tiene como propósito identificar las emergencias, brindar los procedimientos para actuar en tales circunstancias y diseñar los diagramas de avisos al público. Dicho Plan consiste básicamente en:

- Buscar aspectos comunes de las posibles situaciones de emergencia que podrían ocurrir y realizar el correspondiente análisis de seguridad.
- Delimitar claramente las responsabilidades de intervención para el control de situaciones que puedan implicar riesgos de rotura o falla grave de la presa.
- Establecer la organización y medios adecuados para poder difundir una estrategia de acción entre los posibles protagonistas de la emergencia, la comunicación de las alertas y la puesta en funcionamiento de las acciones de remediación.
- Determinar los grupos afectados, las zonas inundables en caso de emergencia hídrica y/o rotura de la presa, indicando los tiempos de propagación de la onda de crecida y la altura del agua en el embalse o sobre el umbral del vertedero.

El Responsable Primario de la presa deberá actualizar permanentemente el PADE, particularmente en lo concerniente a cambios de personas o entidades con responsabilidad específica, direcciones, números telefónicos, frecuencias e identificaciones de radio y toda otra información crítica para la eficacia de las comunicaciones previstas. Así mismo, se debe actualizar cualquier cambio significativo ocurrido aguas abajo o aguas arriba de la presa que pudiera alterar el área de riesgo o la localización de personas que deben ser alertadas. Todo lo antes indicado se desarrollará siguiendo los requerimientos descritos en las Normas de Seguridad de Presa según la Resolución AN Nº 3932-Elec del 22 de octubre de 2010 y otras resoluciones posteriores a esta fecha. La actualización del PADE se realiza anualmente y será presentado a la unidad técnica UTESEP de la Autoridad de los Servicios Públicos (ASEP) para su debida aprobación.

La información contenida en este documento es para uso exclusivo de este Proyecto, así como las medidas preventivas para la reducción de riesgos.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN ANDRÉS

El Proyecto Hidroeléctrico San Andrés, se encuentra en construcción desde el 2015 a cargo de la empresa constructora Compañía Chiricana de Construcción, S.A. (CCC). Actualmente DESARROLLO HIDROELÉCTRICO CORP. es la empresa titular que administra el “Proyecto Hidroeléctrico San Andrés” para uso exclusivo de generación de energía eléctrica. El diseño conceptual estuvo a cargo de la empresa ICATER S.A.S, los diseños para su construcción por parte de INGENDEHSA PANAMA, S.A. en el 2014 y se retomaron después de los diseños realizados por Aramos Hidro, S.A. en el 2015.

### 2.1 Ubicación regional

El Proyecto Hidroeléctrico San Andrés, se localiza en la región Occidental de la República de Panamá, provincia de Chiriquí, el distrito de Renacimiento – Santa Cruz, corregimiento de Dominical. Utiliza las aguas provenientes del río Caña Blanca y quebrada La Paja las cuales convergen aguas abajo hasta descargar en el río Chiriquí Viejo, aguas abajo de la presa Baitún.

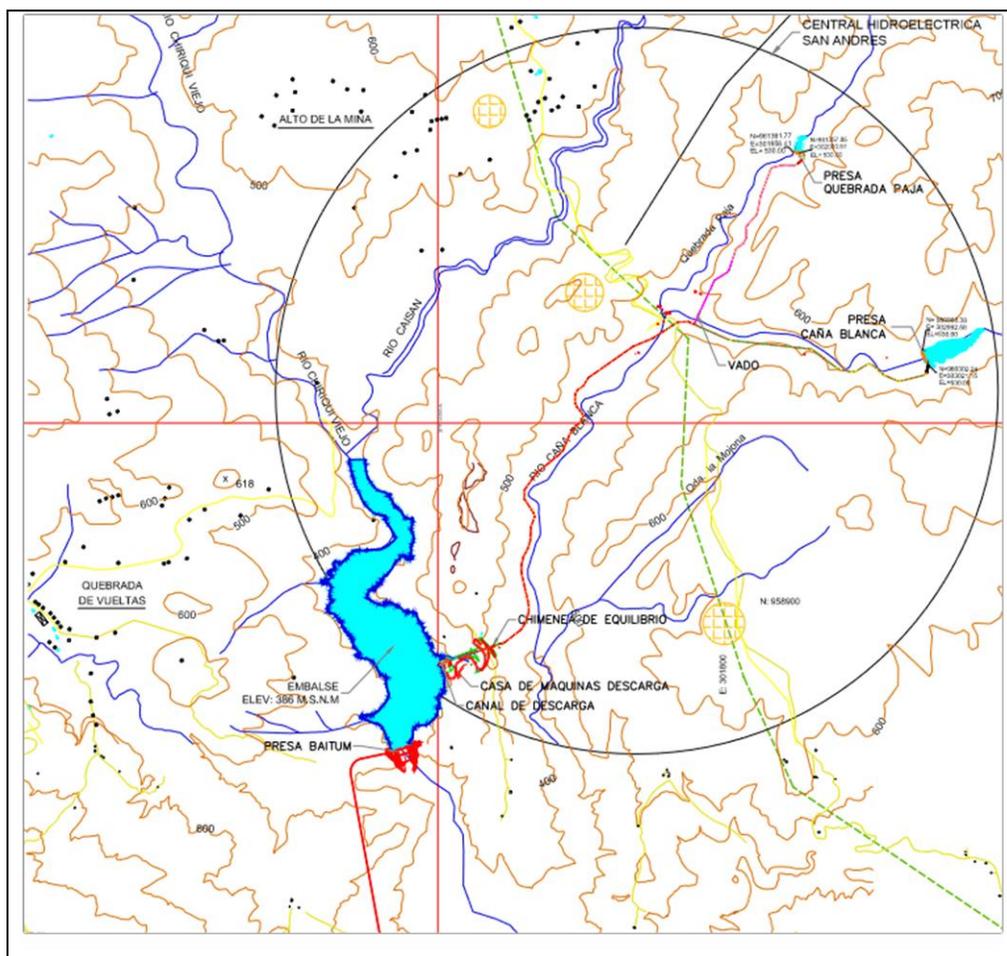
Las estructuras de cierre del Proyecto Hidroeléctrico San Andrés, se encuentran ubicada entre las siguientes coordenadas:

**Cuadro N° 1 - Ubicación de las estructuras que conforman el PH San Andrés**

Estructura de Presa	Coordenadas WGS-84		Coordenadas NAD 27	
	Este	Norte	Este	Norte
Presa vertedero Caña Blanca	303145	960601	303126	960394
	303180	960558	303161	960351
Presa de tierra Caña Blanca	303112	960639	303094	960433
	303141	960603	303122	960396
Presa Vertedora La Paja	302315	961924	302297	961718
	302337	961908	302318	961702

En la Figura N° 1 y Anexo B1, se muestra la ubicación regional del Proyecto Hidroeléctrico San Andrés.

**Figura N° 1 - Localización del Proyecto Hidroeléctrico San Andrés**

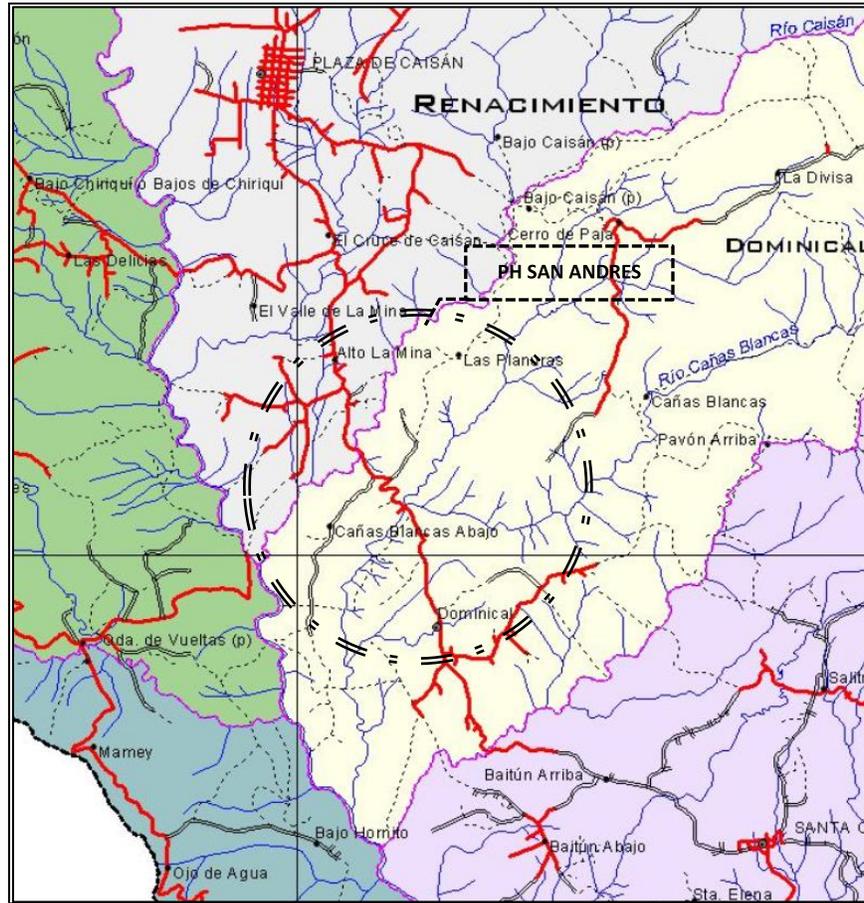


Las poblaciones más cercanas al Proyecto Hidroeléctrico San Andrés son: Caña Blanca Abajo, Dominical y Bajo Hornito. Es importante aclarar que hay muy pocas viviendas que se encuentran cerca de las proximidades del río Caña Blanca y la quebrada La Paja.

Hacia aguas arriba del embalse de la presa Caña Blanca y la presa La Paja no se localizan presas ni industrial ni comercios mientras que hacia aguas abajo, se ubica la presa de Baitún que se mantiene en operación desde el año 2011.

En la figura N°2, se muestra la ubicación regional del Proyecto Hidroeléctrico San Andrés y los poblados aguas abajo de este.

**Figura N° 2 - Localización regional del Proyecto Hidroeléctrico San Andres<sup>1</sup>**



## 2.2 Características del Proyecto Hidroeléctrico San Andres

El Proyecto Hidroeléctrico San Andres cuenta con dos presas de gravedad. Cada estructura de cierre aprovecha las aguas del río Caña Blanca y quebrada La Paja.

### 2.2.1 Embalse

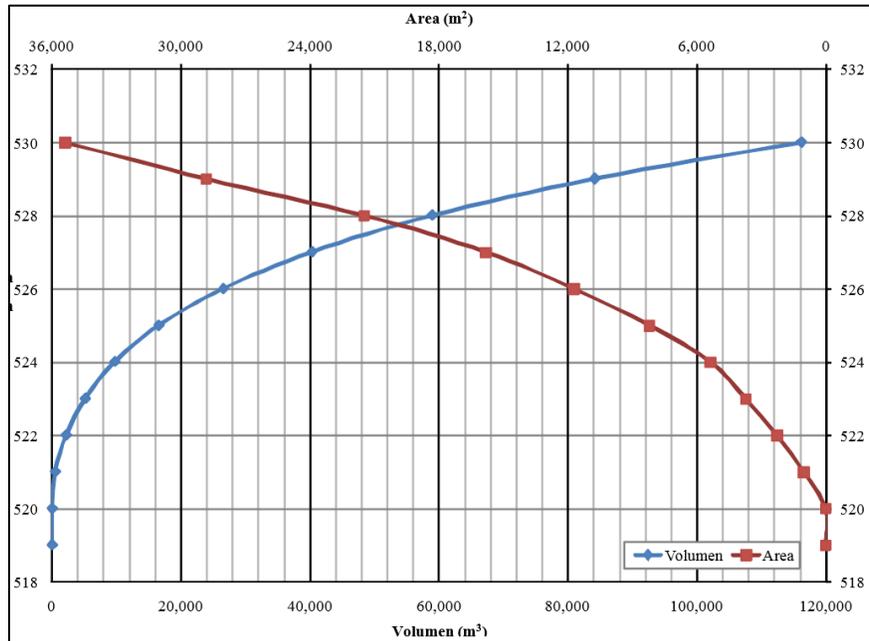
En la presa Caña Blanca se crea un pequeño embalse que se produce por la estructura de cierre ubicada en el río Caña Blanca. Los niveles característicos del embalse son:

- Nivel Máximo para la Condición de Emergencia (NMCE): 534.00 msnm
- Nivel Máximo de Operación Extraordinaria (NMOE o NAME): 532.92 msnm
- Nivel Máximo de Operación Normal (NMON): 530.00 msnm
- Nivel Mínimo de Operación Normal (NmiON): 528.00 msnm

<sup>1</sup> Contraloría General de la República. INEC, Dirección de información geográfica, Mapa Político de la Provincia de Chiriquí.

El embalse de Caña Blanca tiene una capacidad de 116,200,000 m<sup>3</sup> al nivel normal de operación. En la Gráfica N°1, se presenta gráficamente la curva área – volumen del embalse.

**Gráfico N° 1 - Curva Elevación vs Capacidad del embalse Caña Blanca**



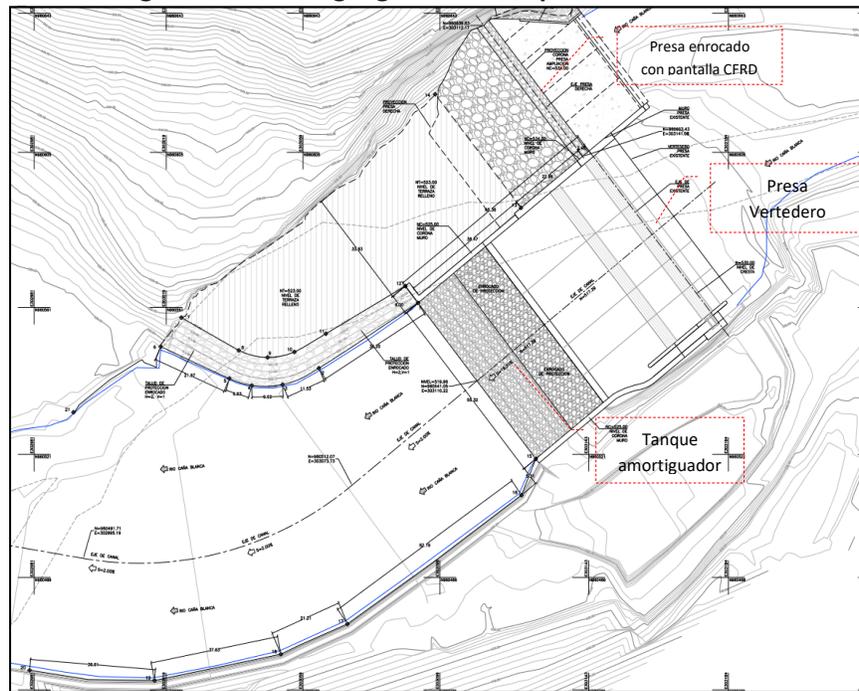
## 2.2.2 Presa, vertedero y toma

### 2.2.2.1 Presa, vertedero y toma Caña Blanca

La tipología de la presa Caña Blanca es de gravedad, conformado por un vertedero de descarga libre y una presa de materiales sueltos en el estribo derecho.

En la figura N°3 se presenta el arreglo de las estructuras de cierre (Ver Anexo C).

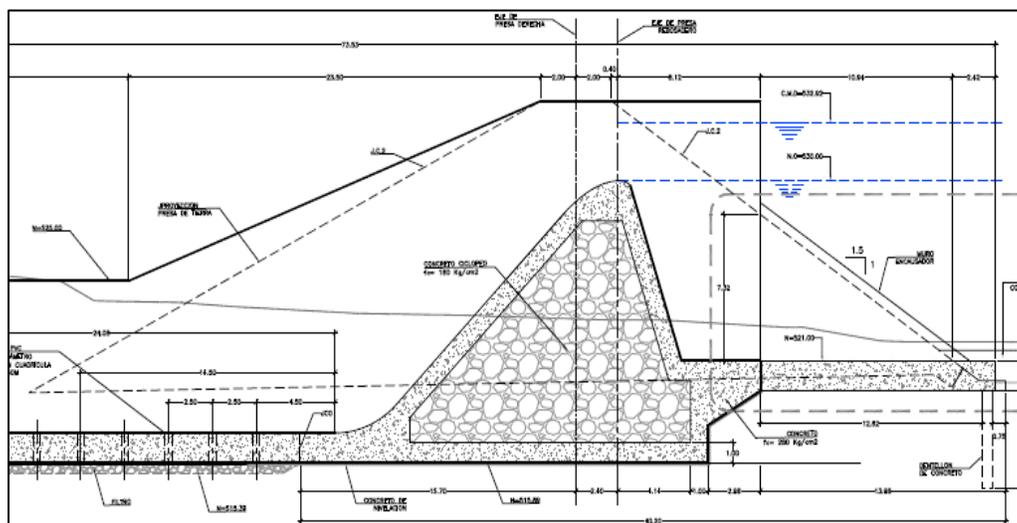
Figura N° 3 - Arreglo general de la presa Caña Blanca



Estructuras de cierre, en el río Caña Blanca:

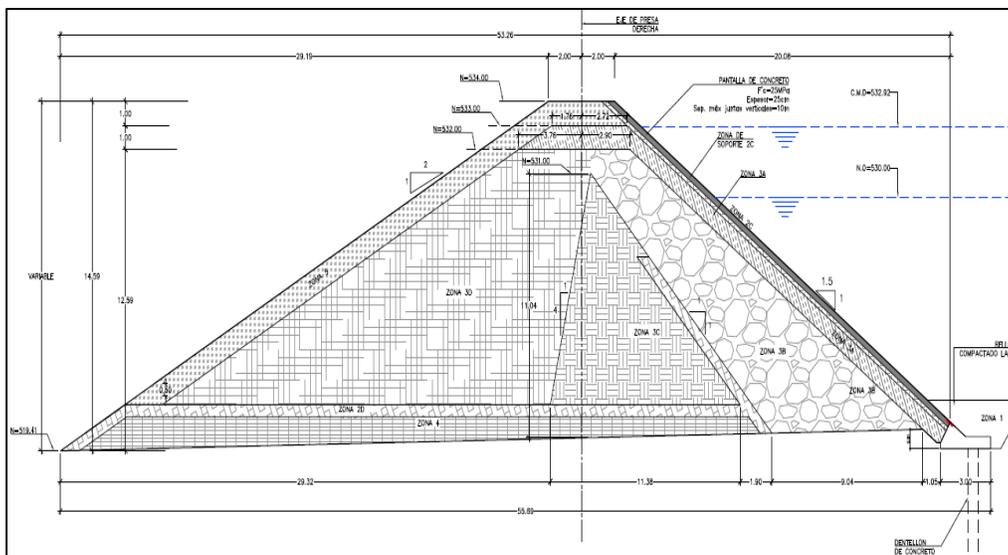
- **Vertedero libre:** situado en la parte izquierda del río, entre los muros encausadores. En su interior es de concreto ciclópeo, recubierto con concreto convencional. Alcanza una altura de aproximadamente 14 m y una longitud de 55.30 m que permite el desalojo de la crecida de diseño, para un periodo de retorno de 100 años, cuyo caudal de ingreso al embalse es de  $595 \text{ m}^3/\text{s}$ . Además, puede desalojar crecidas que sobrepasen la cota de vertido 530 msnm. Con inclinación en ambas caras y finaliza la cara aguas abajo en un tanque amortiguador (ver figura N°4).

Figura N° 4 - Sección de las presas vertedero de concreto



- **La presa de cierre:** es de enrocado (rocas con diferentes tamaños ligeramente compactadas, drenajes y zonas de transición) con pantalla de concreto (CFRD, por sus siglas en inglés) en la cara aguas arriba de 25 cm de espesor. Tiene una longitud de 56 m y un ancho de corona de 4 m, ambas caras presentan una inclinación de 1.5:1 en la cara aguas arriba y 2:1 en la cara aguas abajo. El nivel más bajo de fundación de la presa inicia en la cota 519.41 msnm, alcanzando una altura máxima de 14.50 m a la cota de coronación de 534.00 msnm (ver figura N°5).

**Figura N° 5 - Sección de la presa de cierre de materiales sueltos**



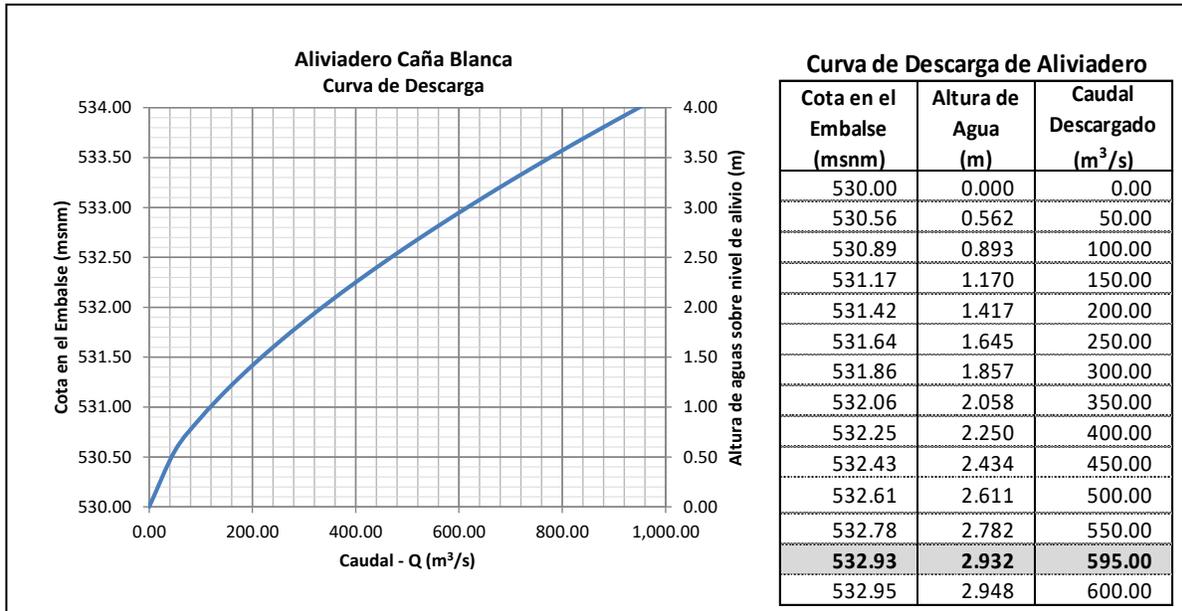
En el cuadro N°2, se presentan las 9 capas que conforman la presa de del margen derecho:

**Cuadro N° 2 - Zonificación de presa derecha de materiales sueltos**

Zonas	Descripción	Tamaño máximo (m)
1	Relleno compactado de Lahar	0.10
2C	Base de pantalla	0.45
2D	Transición de drenaje	0.20
3A	Enrocado de transición	0.30
3B	Enrocado de capas de 1.0 m	1.00
3C	Enrocado de capas de 1.4 m	1.00
3D	Enrocado de capas de 2.0 m	1.00
4	Drenaje, gravas y piedras de 30 cm	0.30
5	Enrocado de capas de 1.0 m	1.00

En el gráfico N°2, se presenta el comportamiento de la curva de gasto del aliviadero de la presa Caña Blanca para diferentes niveles en el embalse.

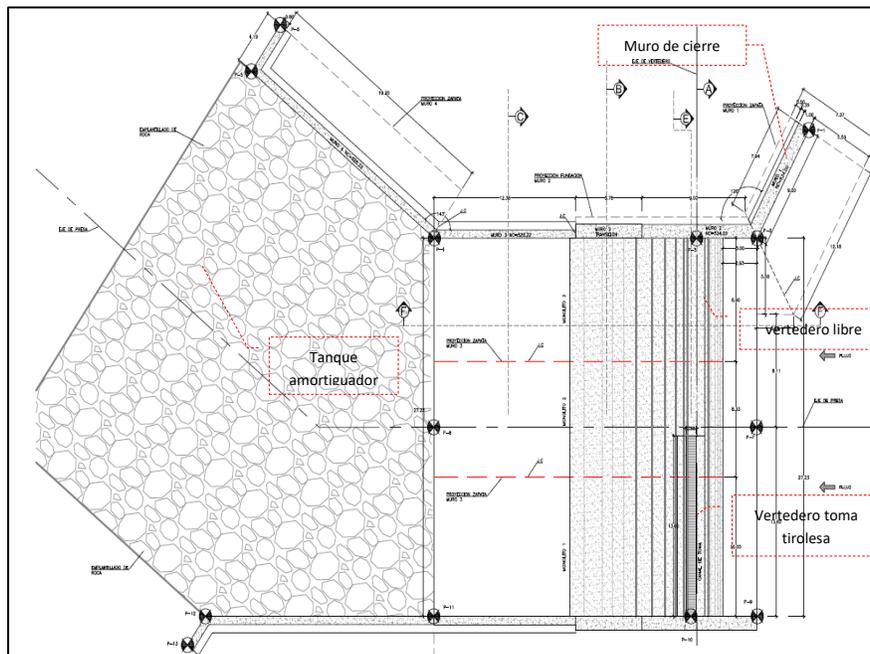
**Gráfico N° 2 - Curva de descarga del aliviadero Caña Blanca**



### 2.2.2.2 Presa, vertedero y toma La Paja

La tipología de la presa La Paja es de gravedad, comprende un vertedero compuesto por dos secciones y un muro estructural de cierre en su margen derecho.

**Figura N° 6 – Arreglo general de la presa La Paja**



En la figura N°6 se presenta el arreglo de las estructuras de cierre (Ver Anexo C).

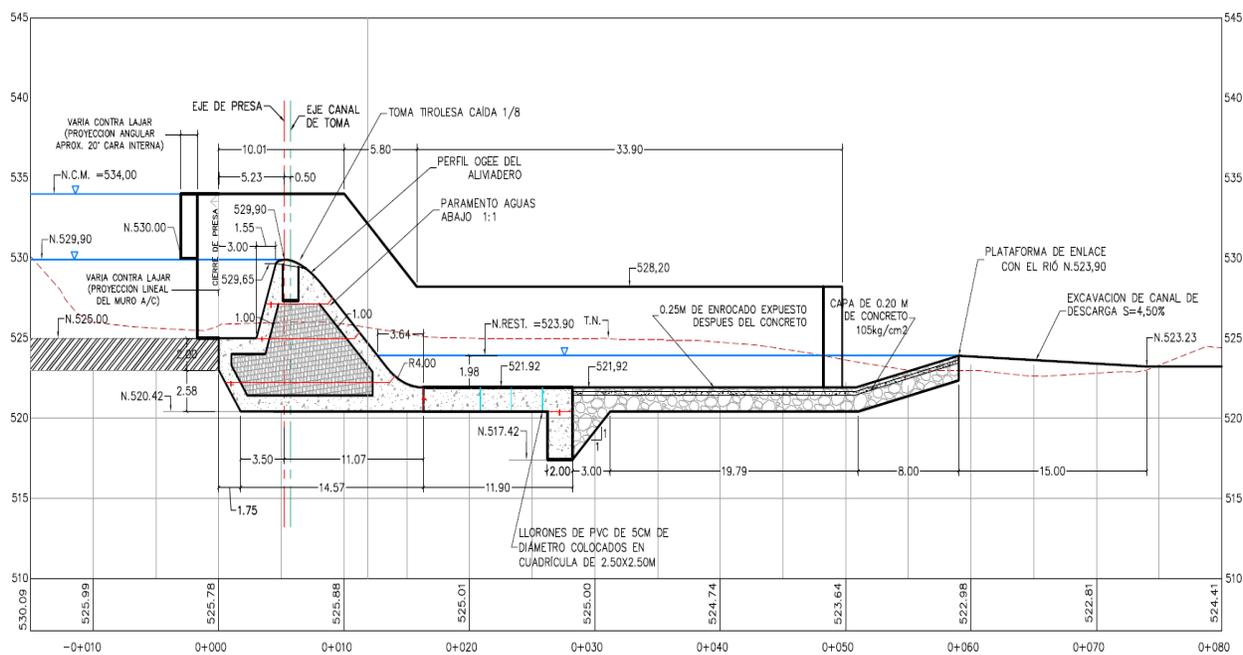
Estructuras de cierre, en la quebrada La Paja:

- **Vertedero:** es de concreto de poca altura y se localiza entre los muros encausadores, comprende dos secciones:
  - Lado derecho: el cimacio es de descarga libre a lo largo de 14.23 m, una vez alcance la cota 529.90 msnm. Esta sección, permite el desalojo de la crecida de diseño, para un periodo de retorno de 100 años, cuyo caudal de entrada es de 279 m<sup>3</sup>/s.
  - Lado izquierdo: el cimacio de captación tiene una depreciación de 25 cm respecto a la cota de vertido. En esta sección, se ubica una obra de toma tipo tirolesa o caucasiana la cual permite capturar por medio de una rejilla un 25% del caudal de diseño siendo este de 2 m<sup>3</sup>/s a lo largo de 13 m de galería de descarga y continuar por medio de un canal hacia el desarenador. La transición se controla por medio de una compuerta plana.

La estructura en si es capaz de desalojar crecidas que sobrepasen la cota de vertido, hasta una cota máxima de 529.90 msnm. Ambas caras de la estructura poseen una inclinación y finaliza la cara aguas abajo en un tanque amortiguador.

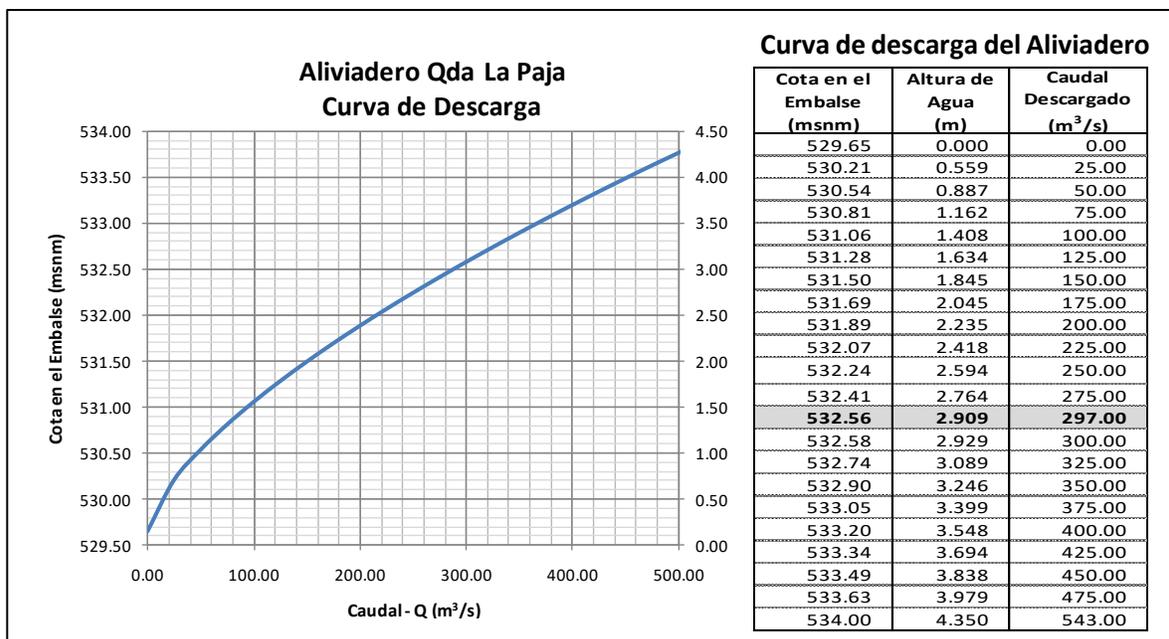
En la figura N°7 se muestran la sección de las estructuras que forman parte de la presa La Paja.

**Figura N° 7 – Sección de la presa La Paja**



En el gráfico N°3, se presenta el comportamiento de la curva de gasto del aliviadero de la presa La Paja para diferentes niveles de entrada.

**Gráfico N° 3 - Curva de descarga del aliviadero La Paja**



### 2.3 Camino de acceso

A continuación, se presenta una descripción de las distintas posibilidades de acceder al Proyecto Hidroeléctrico San Andrés.

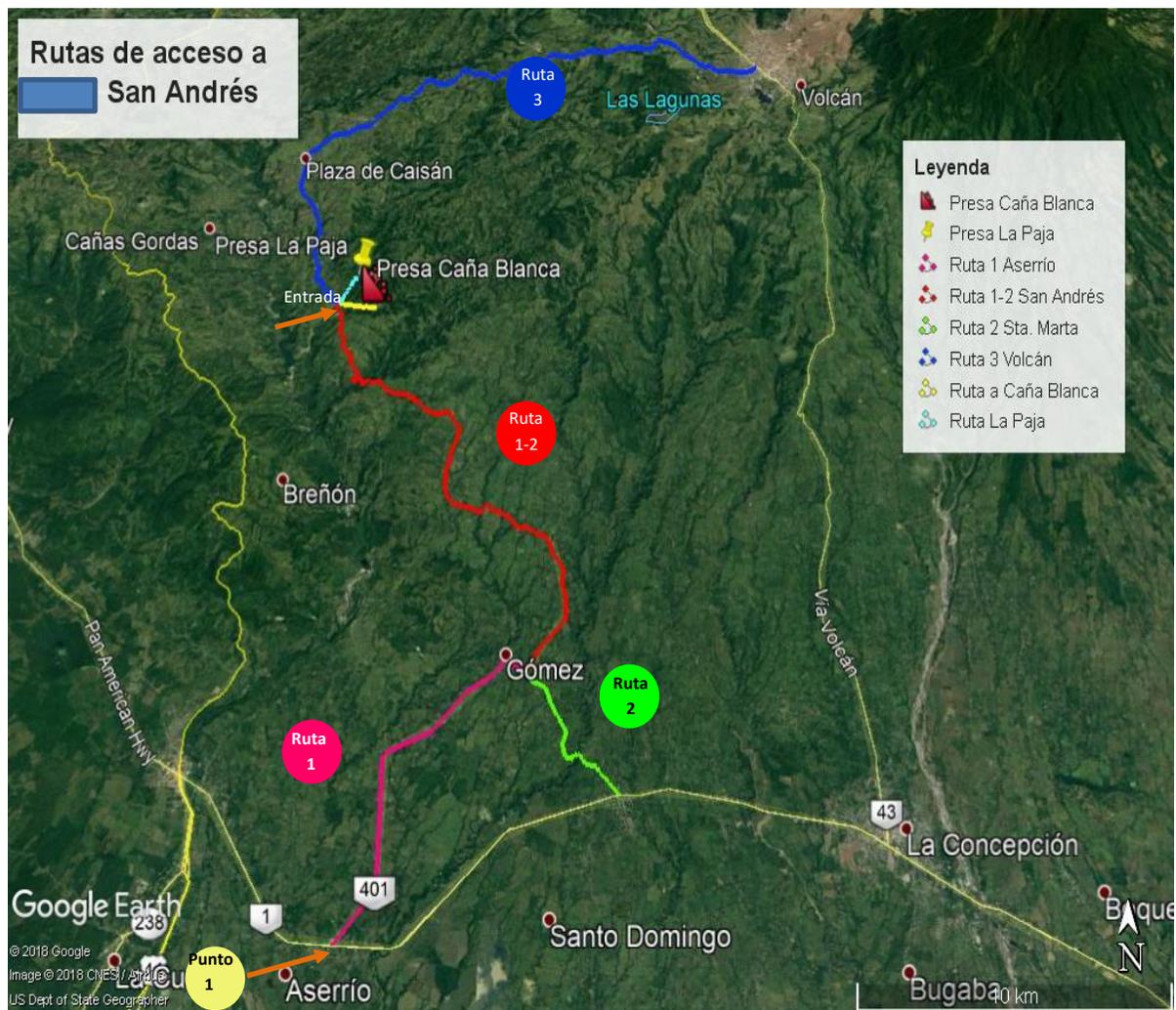
En la figura N°10, se puede apreciar de forma gráfica dichas zonas de acceso.

**Cuadro N° 3 - Descripción de los caminos de acceso hacia las presas del PH San Andres**

Simbología	Descripción	Ruta	Condición del Camino	Distancia (Km)
	Carretera Panamericana	Entrada	Concreto	--
	Carretera Panamericana (entrando por Aserrío hacia San Andrés)	1	Asfáltico	12.00
	Carretera de San Andrés a Caña Blanca	1-2	Asfalto hasta San Andrés. doble sello hasta Caña Blanca	22.50
	Camino de Caña Blanca a la presa Caña Blanca	Entrada	Material selecto	1.65

	Camino de Caña Blanca a la presa La Paja	Entrada	Material selecto	1.37
	Carretera Panamericana (entrando por Santa Marta hacia San Andrés)	2	Doble sello	6.00
	Vía Volcán (entrando por calle 7ª Oeste hacia Caña Blanca)	3	Doble sello	32.70

Figura N° 8 – Rutas para el acceso hacia el PH San Andrés



## 2.4 Equipos Hidromecánicos

### 2.4.1 Presa Caña Blanca

Los equipos hidromecánicos de la presa Caña Blanca se presentan a continuación:

**Cuadro N° 4 – Características de los equipos hidroelectromecánicos en la presa Caña Blanca**

Equipo y Componentes	Ubicación	Dimensiones
		Ancho x Alto
		m x m
(1) Compuerta deslizante plana	Canal de Limpieza	2.50 x 2.50
(1) Ataguía compuerta		2.50 x 2.50
(1) Reja de entrada	Canal de Toma	4.00 x 3.10
(1) Limpia reja		4.00 x 3.10
(1) Compuerta deslizante plana		4.00 x 2.20
(1) Ataguía compuerta		4.00 x 2.20
(2) Válvula mariposa		ϕ 1.350
(2) Compuerta deslizante plana	Canal de alimentación de cámaras	2.0 2.50
(2) Compuerta deslizante	Limpieza desarenador	1.00 x 1.00
(1) Compuerta deslizante plana	Gasto ecológico	ϕ 0.40

### 2.4.2 Presa La Paja

En el siguiente cuadro se presentan las características de los equipos hidroelectromecánicos con los que cuenta la presa La Paja.

**Cuadro N° 5 - Característica de los elementos hidromecánicos de la presa La Paja**

Equipo o Componente	Ubicación	Dimensiones (mxm)
(1) Rejilla de captación	Toma	13.00 x 0.88
(1) Compuerta deslizante plana	Canal de toma	1.10 x 1.50
(1) Compuerta deslizante plana	Cámara de sedimentación	1.00 x 1.00

## 2.5 Sistema de comunicación

Los sistemas de comunicación interno utilizados en el Proyecto Hidroeléctrico San Andrés consisten en teléfonos móviles y radios. Los sistemas de comunicación externos consisten en teléfonos fijos ubicados en la sala de emergencia y en las entidades encargadas de gestionar la emergencia (ver la sección 6 y el Anexo E).

## **2.6 Sistemas de aviso de zonas inundables**

Se deberán instalar sirenas de aviso en el sitio de presa para alertar a las poblaciones cercanas a las zonas de riesgo.

## **2.7 Sistemas de alimentación eléctrica y de iluminación**

Se deberá contar con un sistema alternativo de generación de energía en caso de fallar el generador del sistema eléctrico de la casa de máquinas, este a su vez deberá alimentar de energía a los equipos contenidos en las presas y el sistema de iluminación.

### 3. RESUMEN DE LOS CRITERIOS Y PARÁMETROS DE DISEÑO

A continuación, se presenta un resumen los criterios y parámetros de diseño de interés para el Plan de Acción Durante Emergencias. En el informe de Seguridad de Presas, Fase I se amplía esta sección.

#### 3.1 Geología y geotécnica

Toda el área del proyecto está formada por depósitos de sedimentos volcánicos, flujos de lahar cercanos al volcán Barú en distintos niveles de consolidación, compactación y cementación. Los flujos volcánicos del lugar tienen formas subangulares, de composición andesítica y una composición de limo arenoso.

A continuación, un resumen de las características encontradas en los sitios de presa:

**Cuadro N° 6 - Características de los suelos en las estructuras principales del PH San Andrés**

Estructura	Características físicas	Características geomecánicas		
		Parámetro	Sustrato de fundación	Sustrato de roca blanda
<b>Presa Caña Blanca</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conformación de material heterogéneo, anisotrópico, bloques de rocas volcánicas, con tamaños entre 1 cm y 25 cm de diámetro.</li> <li>- Material aluvial de lahar, encontrado a una profundidad de 11 a 26 m.</li> <li>- La matriz arenosa muestra presencia entre un 30% a un 70%.</li> <li>- Inconsolidación del suelo y grandes cambios granulométricos.</li> <li>- Permeabilidad aceptable en el margen izquierdo dentro de los <math>10^{-4}</math> cm/s y en el margen derecho sitúan entre los <math>10^{-3}</math> a <math>10^{-2}</math> cm/s.</li> </ul>	Cohesión	50 kPa	300 kPa
		Ángulo de fricción	28 °	33 °
		Densidad	20 kN/m <sup>3</sup>	22 kN/m <sup>3</sup>
		Módulo de deformación	100 MPa	1000 MPa
		Resistencia a compresión	--	0.4 MPa @ 5.14 MPa
<b>Presa de enrocado Caña Blanca</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existe una alta permeabilidad del sitio.</li> <li>- El nivel freático se define como un acuífero libre, de tipo afluyente.</li> <li>- El material encontrado presenta característica de coluvio-aluvial por el rango de los <math>10^{-3}</math> cm/s.</li> </ul>	Cohesión	50 kPa	197 kPa
		Ángulo de fricción	28 °	23.5 °
		Densidad	20 kN/m <sup>3</sup>	22 kN/m <sup>3</sup>
		Capacidad de soporte	0.50 MPa	1.35 MPa
<b>Tubería de conducción a presión</b>	- Localización de conos de deyección a lo largo de la conducción, lo que hace vulnerable las laderas de talud.	- Sus características geomecánicas varían desde baja plasticidad a casi nula.		

	- Condición geológica de suelos heterogéneos desprendibles que va desde suelos residuales, lahar meteorizado, depósitos de coluviales, suelos arenosos, bloques de rocas volcánicas,	- Con una dureza intermedia baja
<b>Casa de máquinas</b>	- Presencia de materiales coluviales, materiales inconsolidados. - Suelos poco consolidados, - No se encontró el nivel freático, se supone que estaría a 20m.	- Sus características geomecánicas varían desde baja plasticidad a casi nula.

### 3.1.2 Criterios de diseño

Aramos Hidro, S.A, presentó en octubre del 2018 el documento PHSA-ARHSA-RT-001-13 Rev.0 Reporte Técnico para la validación de la capacidad de soporte del suelo basado en estudios realizados por la misma empresa, obteniendo los siguientes valores:

**Cuadro N° 7 – Parámetros de diseño utilizados para el diseño de las estructuras del PH San Andrés**

Parámetro	Símbolo	Resultados
Capacidad de soporte admisible del suelo	$\sigma_{adm-suelo}$	0.2-0.4 MPa
Ángulo de fricción del suelo	$\phi_{suelo}$	30°
Peso específico húmedo del suelo	$\gamma_{H-suelo}$	1.9 Ton/m <sup>3</sup>
Coefficiente de fricción estático del Suelo	$\mu_{s-suelo}$	0.35-47

### 3.2 Hidrológico e hidráulicos

En marzo del 2008 la empresa MWH realizó el estudio hidrológico para el proyecto hidroeléctrico San Andrés, en el cual se determinaron los caudales máximos para los diferentes periodos de retorno para el río Caña Blanca y Quebrada La Paja, mismos que fueron estimados mediante el Método Regional de Crecidas.

**Cuadro N° 8 - Caudales máximos de diseño y periodos de retorno<sup>2</sup>**

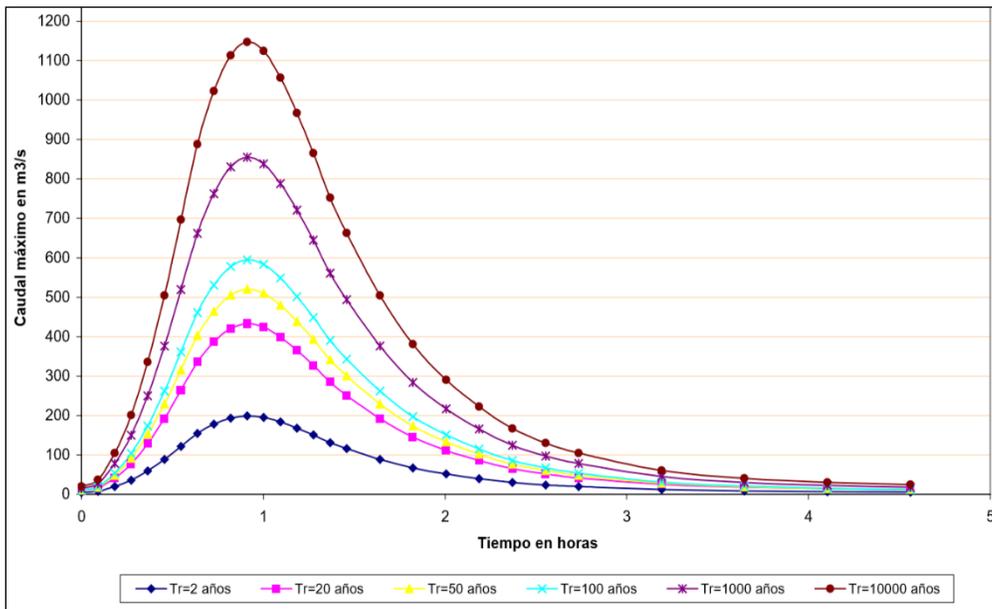
Tr (años)	Caña Blanca	La Paja
	Caudal (m3/s)	Caudal (m3/s)
2	199	99
10	364	181
20	433	216

<sup>2</sup> Fuente: Diseño Básico. Anexo 1. Estudio Hidrológico. Proyecto Hidroeléctrico San Andrés Río Chiriquí Viejo. MWH. 2008.

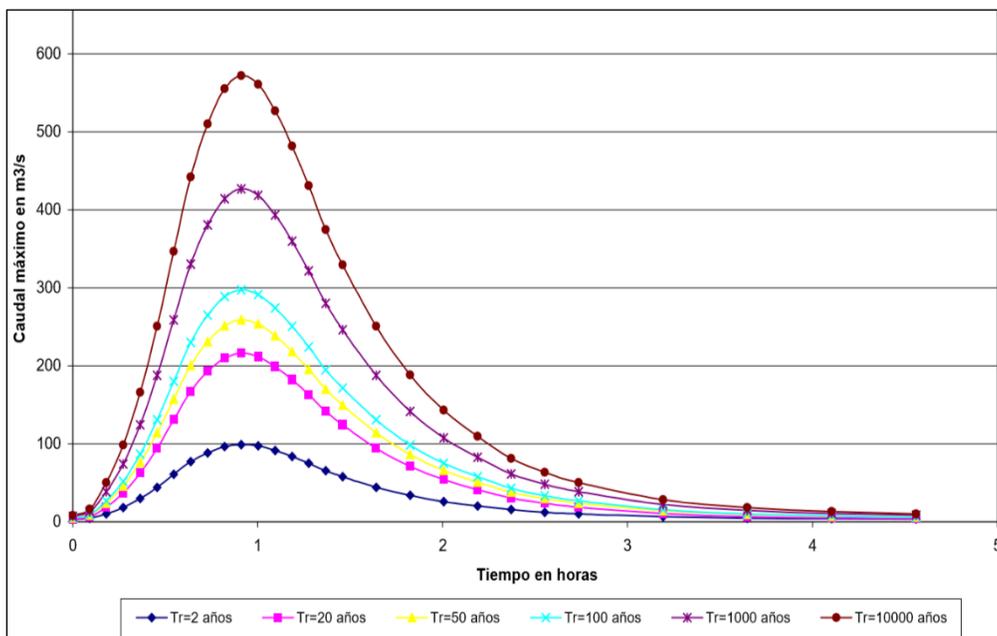
50	520	259
100	<b>595</b>	<b>297</b>
1000	855	427
10000	1147	572

En los gráficos N°4 y N°5, se presenta el hidrograma de entrada a la presa Caña Blanca y La Paja.

**Gráfico N° 4 – Hidrograma de entrada a la presa Caña Blanca**



**Gráfico N° 5 - Hidrograma de entrada a la presa La Paja**



### 3.3 Sísmicos

A continuación, se presentan las aceleraciones máximas del terreno para el diseño de las estructuras principales del proyecto hidroeléctrico San Andrés que se determinaron en el Informe de Diseño Básico “WESTERN PANAMA SEISMICITY”.

**Cuadro N° 9 – Parámetros sísmicos del PH San Andrés**

Periodo de retorno (años)	Valores PGA (g)	Coefficiente Seudoestático (g)
1,000	0.29	0.19
2,000	0.35	0.23
5,000	0.40	0.27
10,000	0.46	0.31

En las Normas de Seguridad de Presas de la República de Panamá, se define el sismo de operación normal (SON) y el sismo máximo de verificación (SMV) como distintos eventos que tienen una probabilidad de ocurrencia y que pudieran afectar a la presa, obras principales y equipos.

**Cuadro N° 10 – Aceleraciones para el diseño de las estructuras de cierre y casa de máquinas**

Estructuras	Criterio	Recurrencia (años)	Aceleración (g)
Presa Caña Blanca y La Paja	SON (sismo de Operación Normal)	72	0.11
Presa Caña Blanca y La Paja	SMV (Sismo Máximo de Verificación)	2000	0.35
Casa de Máquinas		5000	0.40

### 3.4 Documentos Técnicos

En el informe FASE I de Seguridad de Presas se presenta una lista de documentos que comprenden el archivo técnico en los cuales aparece información de diseño y construcción de las presas. Los documentos fueron realizados por las empresas encargadas del diseño y la construcción de la obra.

Entre los documentos que se realizaron están:

- Memorias de cálculo de las estructuras principales
- Planos de construcción de las estructuras principales
- Estudios e Informes del Diseño Básico
- Planos del Diseño Básico

## **4. RESPONSABILIDADES GENERALES BAJO EL PADE**

### **4.1 Responsabilidades del dueño**

DESARROLLOS HIDROELÉCTRICOS CORP, tiene la responsabilidad legal de desarrollar el Plan de Acción Durante Emergencias (PADE). Serán asimismo parte de sus obligaciones la implementación, mantenimiento y actualización del Plan. Este documento formará parte del archivo técnico de la presa por lo tanto debe reposar en la sala de emergencia.

DESARROLLOS HIDROELÉCTRICOS CORP), será responsable de explicar y entregar los diferentes escenarios que contempla el PADE, a las autoridades locales, gubernamentales y no gubernamentales que participaran en forma activa ante la ocurrencia de una situación de emergencia. A cada una de estas autoridades se le invitará a participar de los simulacros (ver Anexo F).

DESARROLLOS HIDROELÉCTRICOS CORP, como Responsable Primario de la presa, debe actualizar permanentemente el PADE, particularmente en lo relacionado a cambios de personas o entidades con responsabilidad específica, direcciones, números telefónicos, frecuencias e identificaciones de radio y toda otra información crítica para la eficacia de las acciones previstas. Asimismo, se debe actualizar cualquier cambio significativo ocurrido aguas abajo o aguas arriba de las presas que pudiera alterar el área de riesgo o la localización de personas que deben ser alertadas. Tal actualización debe ser anual, como mínimo, debiendo remitirse a la ASEP quien por medio de la UTESEP gestionará su aprobación.

### **4.2 Responsabilidades de notificación**

DESARROLLOS HIDROELÉCTRICOS CORP, es el Responsable Primario encargado de *declarar* las alertas y quien *notificará* la magnitud y evolución de los caudales que transportará el río aguas abajo de la presa a SINAPROC-COE, UTESEP de ASEP, CND, Hidrometeorología de ETESA, autoridades locales y las poblaciones ubicadas en las zonas de riesgo dependiendo del nivel de alerta detectado. En el cuadro N° 16, se indican los modelos de notificación sugeridos para declarar la alerta en cada emergencia.

### **4.3 Responsabilidades de evacuación**

SINAPROC-COE, es el encargado de planificar y realizar la evacuación aguas abajo de las presas del Proyecto Hidroeléctrico San Andrés cuyo fallo producirá inundaciones en las áreas de riesgo. En todos los niveles de alerta, tanto las autoridades locales como SINAPROC-COE serán responsables de desarrollar los planes de notificación y evacuación.

### **4.4 Responsabilidades de terminación y seguimiento**

DESARROLLOS HIDROELÉCTRICOS CORP, es responsable por dar seguimiento, terminar y reportar los detalles relacionados a la emergencia.

#### **4.5. Responsabilidades del coordinador del PADE**

DESARROLLOS HIDROELÉCTRICOS CORP, ha designado a un coordinador para que se encargue de la implantación, mantenimiento y actualización del Informe Plan de Acción Durante Emergencia (PADE). En la sección 6.3.2, se presenta al coordinador del PADE quien será el responsable de realizar la actualización anual del Plan, por las razones requeridas en la Norma de Seguridad de Presa y resoluciones posteriores emitidas por la ASEP.

## **5. DETECCIÓN Y SITUACIONES PARA DECLARAR UNA EMERGENCIA**

### **5.1. Detección de la emergencia**

Los parámetros utilizados para el diseño de las presas del Proyecto Hidroeléctrico San Andrés han sido verificados con los valores admisibles que se presentan en las Normas de Seguridad de Presa de ASEP (Apéndice B) determinándose que las presas cumplen con los valores recomendados bajo distintas condiciones de seguridad.

Para que se dé el fallo de las obras de contención primero deben darse situaciones, poco comunes, que pueden ser detectadas por el personal que labora en su operación, mediante inspecciones rutinarias.

Es importante mencionar que hacia aguas arriba de las presas del PH San Andrés no existen comunidades cercanas a las riberas del río Caña Blanca y la quebrada La Paja, sin embargo, hacia aguas abajo donde ambos afluentes se encuentran se ubica un vado y un pequeño número de casas cercanas a la ribera del río Caña Blanca, las cuales se encuentran a una elevación superior a la cota de la orilla de este río. El proyecto hidroeléctrico San Andrés no representa ningún riesgo para la Presa Baitún ni para las casas ubicadas en el margen derecho del río Caña Blanca.

### **5.2 Identificación de la emergencia**

Una vez detectada la emergencia se deberá identificar qué situación de emergencia se está desarrollando, si las presas se encuentra en una emergencia por la combinación de factores conocidos que podrían desencadenar fenómenos, sucesos no esperables, eventuales y desagradables que pudieran afectar la seguridad de las presas y producir la rotura de una de ella o ambas, su sobrepaso o cualquier otra condición que ocasione daño a las estructura de cierre o a las estructuras auxiliares categorizadas como peligrosas convirtiéndose a su vez en una amenaza para la vida de los habitantes, propiedades, servicios o el medio ambiente que se encuentren próximos a las planicies de inundación. Dependiendo de la gravedad de la situación, se realizarán los procedimientos descritos en este plan. En la mayoría de los casos se refuerza la vigilancia e implementan medidas para mitigar y controlar la situación. De no ser eficientes estas acciones y empeorar la situación, se aumentará la amenaza de falla, ya que, no se contará con el tiempo suficiente para actuar. Las acciones que se deben realizar son de gran importancia para cumplir con el objetivo del PADE.

#### **5.2.1 Definición de los tipos de alertas**

Según el grado de la emergencia, se fijarán alertas, las cuales pueden ser de tipo blanca, verde, amarilla o roja. A medida que la situación valla aumento, crece el riesgo de falla y las medidas implementadas no funcionen, se irá cambiando el tipo de alerta. Se fijarán niveles y umbrales de alertas que permitirán identificar una amenaza de falla. Entendiéndose como amenaza de falla todas las situaciones que, de no ser controladas a tiempo, dando indicios de una inminente rotura de la presa.

Los operadores de las presas deben estar preparados para identificar señales que indiquen el mal funcionamiento de alguna de ellas y poder determinar la gravedad de la situación para dar las alarmas respectivas.

Dada la complejidad del proceso para identificar una situación de emergencia es necesario realizar un análisis de seguridad de presa a partir de las posibles causas desencadenantes, para conocer los indicadores de una emergencia, los umbrales para distintas causas y los escenarios de emergencias.

## 5.2.2 Causas para declarar una emergencia

El operador y Coordinador del PADE de las presas San Andrés, deberán conocer, cuáles son las situaciones y fenómenos para detectar una emergencia. Las causas que pudieran ocasionar una situación de emergencia serán analizadas de forma individual o en conjunto. Un desarrollo progresivo o rápido de estas situaciones pueden provocar hasta la rotura o fallo grave del funcionamiento de la presa.

Las causas pueden darse por las siguientes razones:

- Exógenas, son causas que tienen su origen fuera de la presa.
- Endógenas, son causas que tienen su origen en el comportamiento de la presa ó en la casa de máquinas y afectan a determinados elementos de la presa.

A su vez, las emergencias según su origen serán atendidas dependiendo de su nivel de riesgo:

- Atención Referente, son causas que conllevan mayor riesgo para la seguridad de la presa. En el presente Plan son todas las que puedan contribuir a la acentuación de los siguientes fenómenos:
  - a) Vertido por la coronación de la presa, en tanto que la presa queda sometida a solicitaciones mayores que las previstas y, además, pueden producirse erosiones al pie de la presa.
  - b) Problemas de estabilidad de la presa.
- Atenuación Normal, son causas que conllevan un menor riesgo para la seguridad de la presa.

La evaluación de la emergencia deberá ser realizada en cuanto se tenga conocimiento de la ocurrencia de algún evento en el sitio de presa o cercanías. Las causas para declarar una emergencia se presentan en el cuadro N° 11:

**Cuadro N° 11 - Causas de emergencia en las presas Caña Blanca y La Paja**

Causas	Tipología	Atención preferente	Atención normal
<b>Exógenas</b>	Debido a acciones imprevistas o de excepción magnitud	Avenidas extremas	Sismo o terremoto (natural o provocados)
		Precipitación local extrema	Deterioro del contacto roca-hormigón Desplazamiento de Laderas
		Olas en el embalse	Fuego/ vandalismo/sabotaje/guerra
		Rebosamiento	Desequilibrio ecológico en el embalse y hacia aguas abajo
		Rotura de la presa situada aguas arriba	Cambio de escenario en presa situada aguas arriba
		Retrasos en la construcción simultáneos a avenidas	
<b>Endógenas</b>	Debido al comportamiento estructural de la presa	Deslizamientos aguas arriba y aguas abajo	Deformaciones
		Arrastre de materiales por filtraciones	Degradación superficial del hormigón
		Erosión interna del paramento	Permeabilidad de juntas
		Movimientos anómalos y sobretensiones	
	Cimientos	Arrastre de materiales por Filtraciones	Deformaciones y asentamientos
		Fallo de permeabilidad o drenaje	
		Deterioro del contacto roca – hormigón	
		Estanqueidad	
	Aliviadero	Problemas de evacuación	Porosidad del hormigón
		Erosión del tanque amortiguador	Degradación o envejecimiento del hormigón
		Insuficiente capacidad del aliviadero	
	Estribos de materiales sueltos	Deformaciones y asientos en los cimientos	Crecimiento de material vegetal
		Filtraciones en los cimientos	
Erosión Interna en los cimientos			
Reactivación de antiguos deslizamientos aguas abajo			
Tratamiento de consolidación			
Resistencia al corte en los cimientos			
Mala ejecución de los rellenos (arcillas dispersas, material grueso no uniforme, inadecuada compactación)			

		Rebosamiento	
		Rotura aguas arriba	
		Deslizamiento aguas arriba y aguas abajo	
	Toma	No operativa	Problemas de operación
	Funcionamiento de los equipos y accesos	Problemas de auscultación de los instrumentos.	Problemas de suministro eléctrico
			Problemas de iluminación/limpieza de drenes
		Apertura brusca de los organismos de desagüe	Problemas de telecomunicaciones
			Consignas inadecuadas para la maniobra de los desagües
	Explotación	No se realizan controles para la seguridad de la presa	Problemas en los accesos
			Incumplimiento de normas de vigilancia o mantenimiento
		Reconocimientos incompletos o inadecuados	

### 5.2.3. Identificadores de una emergencia

Para realizar una identificación fiable es necesario tener a disposición los materiales y el personal preparado para medir con tiempo de antelación, la evolución de las situaciones de emergencia que se estén presentando, la cual deberá ser clasificada para garantizar la acción más adecuada y atender la situación que se esté presentando.

Los indicadores de una emergencia son presentados en términos cuantitativos y cualitativos, ante la ocurrencia de fenómenos o anomalías detectadas que pudieran ocasionar un suceso peligroso. Los indicadores cuantitativos estarán fijados por umbrales representados por medio de valores que varían con el tiempo mientras que los indicadores cualitativos estarán fijados por umbrales que describan una condición de emergencia lo que permitirá detectar y notificar una alerta mientras se confirma la magnitud de la emergencia.

#### 5.2.3.1. Umbrales para los distintos sucesos

Los umbrales que permitirán al operador de la presa determinar una emergencia en desarrollo son los siguientes:

- Umbrales asociados a avenidas
- Umbrales asociados a Sismos
- Umbrales asociados a la auscultación (lectura de los instrumentos)
- Umbral asociado a los resultados de la inspección en las presas

### 5.2.3.1.1. Umbrales asociados a avenidas

Los umbrales asociados a avenidas permitirán detectar la entrada de una avenida extrema al embalse Caña Blanca y verificar el comportamiento de las presas por la aparición de diversas causas de emergencia, de manera que se puedan realizar los procedimientos indicados en este plan.

En el cuadro N° 12, se muestran los indicadores para notificar el desarrollo de una situación de emergencia en el sitio de presa.

**Cuadro N° 12 - Indicadores asociados a umbrales por avenidas**

Indicadores cuantitativo	Indicador cualitativo		Clasificación de la emergencia	Efectos
	Umbral Caña Blanca (msnm)	Umbral La Paja (msnm)	Nivel de Alerta	
El nivel del embalse alcanzó la cota	531.00	531.50	Blanca	Incremento de vertimiento
El nivel del embalse está a la cota	531.50	532.20	Verde	Incremento de vertimiento
El nivel del embalse está a la cota	532.20	532.20	Amarilla	Incremento de vertimiento
El nivel en el embalse está vertiendo por arriba de la cota	532.90	532.90	Roja	El nivel de vertido supera el nivel máximo de emergencia

### 5.2.3.1.2. Umbrales asociados a sismos

Los umbrales asociados a sismos permitirán detectar anomalías en el comportamiento de las presas ante la detección de diversas causas de emergencia.

En el cuadro N° 13 se muestran los indicadores para notificar que se está desarrollando una situación de emergencia en las presas del Proyecto Hidroeléctrico San Andrés.

**Cuadro N° 13 - Indicadores asociados a umbrales por sismos**

Indicador cualitativo	Indicador cuantitativo	Clasificación de la emergencia	Efectos
	Umbral	Nivel de Alerta	
– Se registra la ocurrencia de un sismo con (a) aceleración horizontal igual o menor.	$0.11g \geq a$	Blanca	Se ha detectado la presencia de filtraciones, aumento de filtraciones y aparición de grietas en la presa y/o movimientos en las juntas del concreto.
– Se registra la ocurrencia de un sismo con (a) aceleración horizontal entre.	$0.11g \leq a \leq 0.30g$	Verde	Están en aumento o han aparecido nuevas grietas. Se han observado afección en la operación de los equipos hidromecánicos.
– Se registra la ocurrencia de un sismo con (a) entre.	$0.30g \leq a \leq 0.35g$	Amarilla	Daños estructurales en la presa o filtraciones o desplazamientos. Potencial deslizamiento de laderas en el embalse.
– Se registra la ocurrencia de un sismo con (a) aceleración horizontal igual o mayor.	$a \geq 0.35g$	Roja	Agrietamiento del concreto, filtraciones y es inminente la falla de la presa. Los equipos hidromecánicos no responden y están inoperativos.

Para verificar estos umbrales, se pueden emplear sistemas de respaldos, los cuales permitirán conocer en tiempo real información sísmológica de la región. El Instituto de Geociencias de la Estación Sísmológica de la Universidad de Panamá (IGC), actualmente cuenta con estaciones acelerográficas a campo abierto y el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), brinda información al público general<sup>3</sup>.

### 5.2.3.1.3. Umbrales asociados a la auscultación

Se recomienda verificar el comportamiento de las presas mediante el monitoreo de sus estructuras y de las demás obras de manera general siguiendo las recomendaciones que sugiere la Normas de Seguridad de Presas, el Apéndice F para las presas con categoría “Tipo C” de “Bajo Riesgo Potencial”.

<sup>3</sup> <http://www.panamaigc-up.com/>; <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/epic/>

### 5.2.3.1.4. Umbral asociado a la inspección de las presas

El establecimiento de los umbrales asociados a las diferentes causas será resultado de las inspecciones llevadas a cabo, y tendrán, lógicamente, un marcado carácter cualitativo.

En el cuadro N° 14, se muestran los indicadores para notificar que se está desarrollando una situación de emergencia en las presas del PH San Andrés.

**Cuadro N° 14 - Indicadores cualitativo de inspección asociado a las causas de emergencia**

Grupo	Indicador asociado a las causas	Posibles orígenes	Posibles efectos
<b>Embalse</b>			
Apariencia	Agrietamiento en laderas	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Factores Geológico</li> <li>– Sismos</li> <li>– Precipitaciones intensas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Desplazamiento de laderas en el embalse</li> <li>– Vertimiento del aliviadero</li> </ul>
Movimientos	Desplazamiento de laderas cerca del embalse y proximidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Factores geológicos</li> <li>– Saturación</li> <li>– Alta escorrentía</li> <li>– Inundación</li> <li>– Precipitaciones intensas</li> <li>– Sismos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gran oleaje</li> <li>– Rebosamiento</li> <li>– Aterramiento</li> <li>– Bloqueo de desagües</li> <li>– Incremento de cargas</li> <li>– Perdida de volumen en el embalse</li> </ul>
Otros efectos	Oleaje en el embalse	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Viento</li> <li>– Desplazamiento en los lagos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Rebosamiento</li> <li>– Daños a los equipos</li> <li>– Erosión de estribos y cimiento</li> </ul>
<b>Presas</b>			
Apariencia Superficial	Fisuración del concreto Fisuración superficial	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Envejecimiento del hormigón</li> <li>– Lavado del hormigón</li> <li>– Movimientos</li> <li>– Obstrucción de los drenajes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Deterioro acelerado y progresivo</li> <li>– Incremento de filtraciones</li> </ul>
	Agrietamiento profundo	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Cargas imprevistas</li> <li>– Sobretensiones</li> <li>– Subpresiones elevadas</li> <li>– Retracción y expansión del hormigón</li> <li>– Movimiento de los cimientos</li> <li>– Sismos</li> <li>– Perdida de resistencia</li> <li>– Desplazamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Incremento de filtraciones</li> <li>– Deterioro acelerado</li> <li>– Fisuración progresiva</li> <li>– Movimientos diferenciales</li> </ul>

<b>Filtraciones</b>	Humedad superficial	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Agrietamiento</li> <li>– Deterioro del hormigón</li> <li>– Porosidad del hormigón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Deterioro rápido</li> <li>– Lavado del hormigón</li> <li>– Pérdida de peso</li> <li>– Perdida de resistencia</li> <li>– Incremento de filtraciones</li> </ul>
	Filtraciones concentradas a través de la presa	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Agrietamiento</li> <li>– Movimientos diferenciales</li> <li>– Apertura de juntas</li> <li>– Sub-presión importante</li> <li>– Erosión del hormigón</li> <li>– Lavado del hormigón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Perdida de solidos</li> </ul>
	Modificación del caudal a través de la presa	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sellado de grietas</li> <li>– Movimientos diferenciales</li> <li>– Fractura del hormigón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Incremento de sub-presiones</li> <li>– Perdida de solidos</li> <li>– Redistribución de tensiones</li> </ul>
	Vegetación hidrófila en el paramento	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Deterioro del cimient</li> <li>– Apertura de juntas, grietas, fallas</li> <li>– Asentamientos diferenciales en los cimientos</li> <li>– Reapertura de cavidades</li> <li>– Obstrucción de drenes o filtros</li> <li>– Precipitación interna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Rotura del cimient</li> <li>– Incremento de sub-presiones</li> <li>– Perdida de la capacidad portante del cimient</li> <li>– Movimiento en la presa</li> </ul>
	Modificaciones en el caudal a través del cimient		
	Burbejeo en el pie y paramentos		
	Dolinas en cauces		
	Filtraciones concentradas a través del cimient		
Filtración turbia a través del cimient			
<b>Movimientos</b>	Movimiento general de la presa	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Movimiento del cimient</li> <li>– Movimiento de los estribos</li> <li>– Sismos</li> <li>– Vertido sobre la presa</li> <li>– Cargas imprevistas</li> <li>– Subpresiones elevadas</li> <li>– Expansión del hormigón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Incremento de las filtraciones</li> <li>– Inoperatividad de equipos hidromecánicos</li> <li>– Fisuración Severa</li> <li>– Redistribución de Tensiones</li> <li>– Reducción de la estabilidad</li> <li>– Perdida de resguardo</li> <li>– Perdida de alineamiento de las estructuras auxiliares</li> <li>– Rotura de estructuras auxiliares</li> <li>– Rotura de la presa</li> </ul>

	Desarrollo de irregularidades superficiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Movimiento del cimient</li> <li>– Movimiento de los estribos</li> <li>– Sismos</li> <li>– Cargas imprevistas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Incremento de la fisuración</li> <li>– Incremento de la filtración</li> <li>– Falla en los equipos hidromecánicos</li> </ul>
	Levantamiento del cimient próximo al pie	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sismos</li> <li>– Deformabilidad elevada del cimient</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Movimiento de la presa</li> <li>– Perdida de alineamiento de estructuras auxiliares</li> </ul>
	Pérdida de alineamiento en coronación	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Resistencia insuficiente del cimient</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Rotura de estructuras auxiliares</li> </ul>
<b>Estructuras Auxiliares</b>			
<b>Apariencia</b>	– Erosión del aliviadero	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Falta de mantenimiento</li> <li>– Avenida superior a las previstas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fallo general del aliviadero</li> <li>– Afección a la presa</li> <li>– Afección a las laderas</li> </ul>
	– Rotura en el aliviadero	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Falta o insuficiencia de drenaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fallo general del aliviadero</li> </ul>
	– Obstrucción de la toma	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Dimensiones inadecuadas o ausencia de rejas</li> <li>– Carga de obstrucción o flotantes no previstas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Rebosamiento</li> </ul>
	– Accesibilidad de la sala de mecanismos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Inundación de acceso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Pérdida de control de compuertas</li> <li>– Imposibilidad de vaciado</li> <li>– Rebosamiento</li> <li>– Pérdida de capacidad de desagüe</li> </ul>
	– Indicadores de actos de vandalismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Falta de control en los accesos al proyecto</li> <li>– Abandono de las instalaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Rotura de válvulas o compuertas</li> <li>– Equipos de instrumentación afectados</li> </ul>
<b>Filtraciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Filtración en el pie del aliviadero</li> <li>– Depósito de finos en el pie del aliviadero</li> <li>– Dolinas sobre las alineaciones de los conductos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fallo o insuficiencia de drenaje</li> <li>– Erosión interna bajo el aliviadero</li> <li>– Fallo de alineación</li> <li>– Compactación inadecuada</li> <li>– Corrosión</li> <li>– Erosión</li> <li>– Subpresión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fallo general del aliviadero</li> <li>– Erosión del aliviadero</li> <li>– Erosión interna de la presa</li> <li>– Movimiento de los bloques en la presa</li> <li>– Pérdida de capacidad del embalse</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Filtraciones a la salida de los conductos</li> <li>– Depósitos de finos a la salida de los conductos</li> <li>– Deformaciones del conducto</li> <li>– Separación entre conducto y relleno en la salida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vibraciones</li> <li>– Falta de control aguas arriba</li> <li>– Fugas de agua desde el conducto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Inutilización de los conductos.</li> </ul>
<b>Movimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Movimiento vertical en las juntas del aliviadero</li> <li>– Movimiento lateral</li> <li>– Pérdida de alineamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Falta o insuficiencia de drenajes</li> <li>– Erosión interna bajo el aliviadero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fallo general del aliviadero</li> <li>– Erosión del aliviadero</li> </ul>
<b>Válvula y compuerta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– No operatividad de válvulas y compuertas</li> <li>– Indicadores visuales obvios de mecanismos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Asientos</li> <li>– Corrosión</li> <li>– Fallos en las alineaciones</li> <li>– Vandalismo</li> <li>– Fallo de elementos mecánicos</li> <li>– Depósitos</li> <li>– Bloqueo de mecanismos</li> <li>– Aterramiento</li> <li>– Acumulaciones flotantes</li> <li>– Movimiento diferencial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Imposibilidad de vaciado</li> <li>– No operatividad los equipos de desagüe</li> <li>– Pérdida de la capacidad de desagüe</li> <li>– Rebosamiento</li> </ul>

#### 5.2.4. Escenarios de seguridad

Se producirá una situación de emergencia en las presas del Proyecto Hidroeléctrico San Andrés cuando así haya sido constatado y notificado por el responsable primario, esta notificación se producirá por las circunstancias que dan lugar a que las presas se encuentren en alguno de los escenarios de seguridad presentados en el cuadro N°15. Se evaluará la situación de emergencia en función de los indicadores y de los umbrales para poder identificar el escenario de emergencia que se encuentre en desarrollo de manera que se puedan realizar las actuaciones previstas en este plan.

**Cuadro N° 15 - Escenarios asociados a las causas de emergencia en el PH San Andrés**

<b>Nivel de Emergencia</b>	<b>Indicadores para notificar una emergencia</b>
Vigilancia reforzada	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Se está desarrollando una situación potencialmente peligrosa que requiere vigilancia en el embalse Caña Blanca pero que no pueden causar una rotura rápida de la presa.</li> <li>– Se está desarrollando una situación potencialmente peligrosa que requiere vigilancia en la presa La Paja, pero no causará su falla.</li> <li>– Ante movimientos sísmicos de baja intensidad o con epicentro alejado de la zona de las presas.</li> <li>– Cuando se detecten anomalías que comprometen la integridad de las presas.</li> </ul>
Situaciones potenciales de riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Se está desarrollando un comportamiento anormal en los instrumentos de auscultación.</li> <li>– Ante movimientos sísmicos o al presentarse el desalojo de crecidas, ocasionando la aparición de grietas o desplazamientos en la(s) estructura(s), laderas del embalse o proximidades de las presas.</li> <li>– Los equipos hidromecánicos presentan mal funcionamiento.</li> <li>– Este escenario involucra la acción de procedimientos a desarrollarse por el responsable primario o coordinador del PADE, no está en peligro la integridad de la(s) estructura(s) al momento de la observación.</li> <li>– Se han ocasionado actos de vandalismo o sabotaje.</li> </ul>
Peligro Inminente	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Se origina debido a situaciones anormales como: asentamientos de la cresta o deslizamientos en la presa, aumento del nivel del embalse Caña Blanca. No se logra controlar el nivel del embalse con maniobras de operación.</li> <li>– Sobrepaso de la presa y aumento de las grietas con filtraciones incontroladas a través de la presa.</li> <li>– Inestabilidad y aumento de filtraciones a través de la toma.</li> <li>– Los equipos hidromecánicos presentan mal funcionamiento, ocasionando sobrevertido.</li> <li>– Se afecta la operación de la planta.</li> <li>– Se da la alerta a las poblaciones aguas abajo para que se inicie los procedimientos de protección, control y evacuación de las personas hacia lugares altos, ver mapa en el Anexo B.</li> <li>– Se han realizado actos de vandalismos en las estructuras.</li> </ul>
Rotura de la presa Alta probabilidad de daños y afectaciones importantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>– La falla de la presa o alguno de sus componentes, ha ocurrido de forma parcial o total ocasionando una salida incontrolable del agua por las estructuras.</li> <li>– Los equipos hidromecánicos no logran controlar el aumento de nivel del embalse Caña Blanca. Se interrumpe la operación de la central.</li> <li>– Los equipos hidromecánicos no funcionan o no controlan el nivel del embalse Caña Blanca, provocando sobrevertido.</li> <li>– Se produce inundación aguas abajo de la presa, se realiza la evacuación de las personas en las áreas afectadas.</li> </ul>

### 5.3. Descripción de la amenaza de la falla de la presa

La presa Caña Blanca tiene un embalse de aproximadamente 116,200 m<sup>3</sup> en el nivel 530.00 msnm, lo cual no representa una amenaza a la población aguas abajo de esta presa.

Ante la ocurrencia de la falla de la presa por vertidos y colapso de la presa no se detecta ninguna vivienda afectada debido a que se encuentran distantes al área de riego.

**Foto N°1- Condición de la presa Caña Blanca**



En el caso de la presa La Paja al producirse vertidos por el estribo derecho, al elevarse el agua por encima de la cota 529.95.00 msnm, no se detectan viviendas en la zona de inundación.

**Foto N°2- Condición de la presa La Paja**



Las Normas de Seguridad de Presa de ASEP establecen que se debe evaluar la posibilidad de falla de una presa y los efectos de inundación aguas abajo que pudieren ocasionar a las estructuras, residencias y desarrollo económico y agrícola cercanas a la ribera del río en estudio. Dado el pequeño volumen del embalse, al ocurrir una falla por una crecida extraordinaria, no ocasionarían daños a viviendas cercanas a la ribera del río.

#### **5.4. Descripción de la amenaza de crecida**

La categorización adoptada por las presas San Andrés es de **“Tipo C”** o **“Bajo Riesgo Potencial”** debido al riesgo potenciales que estas estructuras no representan, en caso de falla, hacia las estructuras y viviendas que se encuentran localizadas aguas abajo de cada estructura de cierre. Los detalles de este análisis se presentan en el informe de Seguridad de Presas, Fase I del 2018.

De acuerdo con la Norma de Seguridad de Presas de ASEP, los escenarios para analizar las crecidas del río Caña Blanca y la Quebrada La Paja serían la crecida ordinaria de 1:100 años y la crecida extraordinaria de 1: 10,000 años.

#### **5.5. Conclusión de la emergencia**

Una vez verificado, con razonable seguridad, que los indicadores que declararon la emergencia han desaparecido se podrá dar por terminada la amenaza de falla.

Cada emergencia será finalizada mediante un reporte elaborado por los responsables de la seguridad del proyecto hidroeléctrico San Andres.

## 5.6. Implementación del sistema de alerta hidrológico

En las Normas de Seguridad de Presa se recomienda contar con un Sistema de Alerta Hidrológico, para minimizar las consecuencias desencadenantes de una crecida extraordinaria y tomar las previsiones necesarias durante la operación de las presas del proyecto hidroeléctrico San Andrés.

El responsable Primario por el momento utilizará los sistemas de respaldo de las instituciones hidrometeorológicas para consultar información a la dirección de hidrometeorológica, en este caso Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. (ETESA-HIDROMET) de manera que se conozca con suficiente anticipación el origen de la entrada de una crecida ante la ocurrencia de fenómenos atmosféricos.

Entre los aspectos que podrían verificarse están:

- Información meteorológica
- Información de precipitación
- Secuencia de niveles en puntos de control
- Previsión de secuencias de caudales erogados, ante el ingreso de crecidas.
- Previsión de zonas inundables

Actualmente se puede disponer de esta información entrando a la página web de ETESA al sistema Data Abierta (plataforma Open Data) online se han colocado datos (diarios y mensuales) de las Estaciones Meteorológicas e Hidrológicas administradas por ETESA. Estos datos se encuentran disponibles de forma gratuita, al solo registrarse en el sistema de la página web [www.hidromet.com.pa](http://www.hidromet.com.pa).<sup>4</sup>

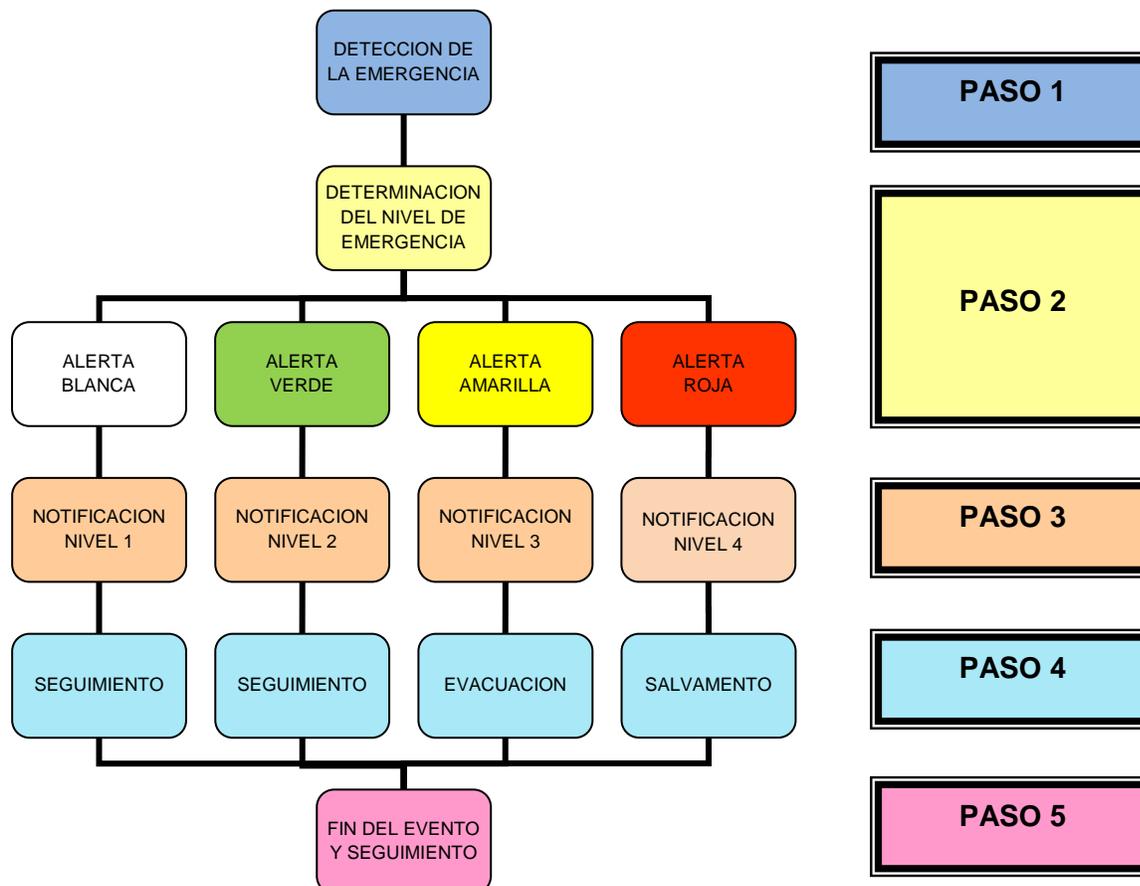
Se deberán colocar sirenas de emergencia que permitan emitir mensajes en tiempo real; al presentarse una emergencia en las presas. El sistema instalado deberá tener una capacidad sonora de más de 1 km para alertar a las poblaciones aguas abajo de estas estructuras ante el desarrollo de una emergencia catastrófica o para realizar los ejercicios de los simulacros descritos en el Anexo F.

---

<sup>4</sup> <http://www.hidromet.com.pa/noticias.php?id=53>

## 6. ACCIONES DURANTE EMERGENCIA

Durante el desarrollo de una emergencia en las presas del proyecto hidroeléctrico San Andrés se tendrán en cuenta los siguientes procedimientos para el manejo y la declaración de la emergencia:



Los procedimientos para actuar al detectar que se está desarrollando una situación de emergencia se deberán seguir los siguientes pasos:

### 6.1. Paso 1: Detección del evento

La vigilancia de los eventos estará en primera instancia bajo la responsabilidad del operador del proyecto hidroeléctrico San Andrés. Tan pronto como un evento sea observado o reportado, inmediatamente se debe determinar el nivel del evento.

## 6.2. Paso 2: Determinación del nivel de emergencia

El nivel de la emergencia será fijado según lo establecido en la sección 5.1 de este documento. La determinación del nivel de emergencia será en primera instancia bajo la responsabilidad del operador del proyecto hidroeléctrico San Andrés.

## 6.3. Paso 3: Niveles de comunicación y notificación

DESARROLLOS HIDROELÉCTRICOSM CORP, es el Responsable Primario encargado de *declarar* las alertas y quien *notificará* la magnitud y evolución de los caudales que transportará el río aguas abajo de las presas a SINAPROC-COE, UTESEP de ASEP, CND, Hidrometeorología de ETESA, autoridades locales y las poblaciones ubicadas en las zonas de riesgo dependiendo del nivel de alerta detectado.

### 6.3.1. Modelos de notificación

El nivel de la emergencia será fijado según lo establecido en la sección 5.1 de este documento.

DESARROLLOS HIDROELECTRICOS, CORP, notificara el nivel de alerta de acuerdo con los siguientes modelos:

**Cuadro N° 16 - Modelo de notificaciones según el nivel de emergencia detectado**

Alerta	Modelo de Notificación
Blanca	Soy el (Operador o El Coordinador del PADE) del Proyecto Hidroeléctrico San Andrés localizado en el corregimiento de Dominical, distrito de Renacimiento, provincia de Chiriquí, en la cual tiene una situación de emergencia y se activa el nivel de Alerta Blanca. El motivo de la emergencia es el siguiente:  (* Especificar la causa)  Se están tomando las medidas necesarias de vigilancia y control. Manténgase en contacto e informado sobre las siguientes notificaciones y terminación de la emergencia. El coordinador del plan de emergencias puede ser contactado al teléfono: 730-3724/ 730-3531/ 6242-0924.
Verde	Soy el (Operador o El Coordinador del PADE) del Proyecto Hidroeléctrico San Andrés localizado en el corregimiento de Dominical, distrito de Renacimiento, provincia de Chiriquí, en la cual tiene una situación de emergencia y se activa el nivel de Alerta Verde. El motivo de la emergencia es el siguiente:  (* Especificar la causa)

	<p>Se están tomando las medidas necesarias de vigilancia y control. Manténgase en contacto e informado sobre las siguientes notificaciones y terminación de la emergencia. El coordinador del plan de emergencias puede ser contactado al teléfono: 730-3724/ 730-3531/ 6242-0924.</p>
<b>Amarilla</b>	<p>Soy el (Operador o El Coordinador del PADE) del Proyecto Hidroeléctrico San Andrés localizado en el corregimiento de Dominical, distrito de Renacimiento, provincia de Chiriquí, en la cual tiene una situación de emergencia y se activa el nivel de Alerta Amarilla.</p> <p>Los eventos ocurridos recomiendan la evacuación de los poblados aguas abajo del PH San Andrés, de acuerdo con el Mapa de Inundación.</p> <p>Manténgase en contacto e informado sobre la siguiente notificación y/o terminación de la emergencia. El coordinador del plan de emergencias puede ser contactado al teléfono: 730-3724/ 730-3531/ 6242-0924.</p>
<b>Roja</b>	<p>Soy el (Operador o El Coordinador del PADE) del Proyecto Hidroeléctrico San Andrés localizado en el corregimiento de Dominical, distrito de Renacimiento, provincia de Chiriquí, en la cual tiene una situación de emergencia y se activa el nivel de Alerta Roja.</p> <p>La falla de la presa es inminente o a iniciado o la crecida por motivos hidrológicos o vertimiento, se estima será como lo indica el Mapa de Inundación. Se recomienda a las instituciones públicas responsables iniciar las tareas de protección, control y rescate o salvamento del público que no haya sido evacuado.</p> <p>Manténgase en contacto e informado sobre la terminación de la emergencia. El coordinador del plan de emergencias puede ser contactado al teléfono: 730-3724/ 730-3531/ 6242-0924.</p>

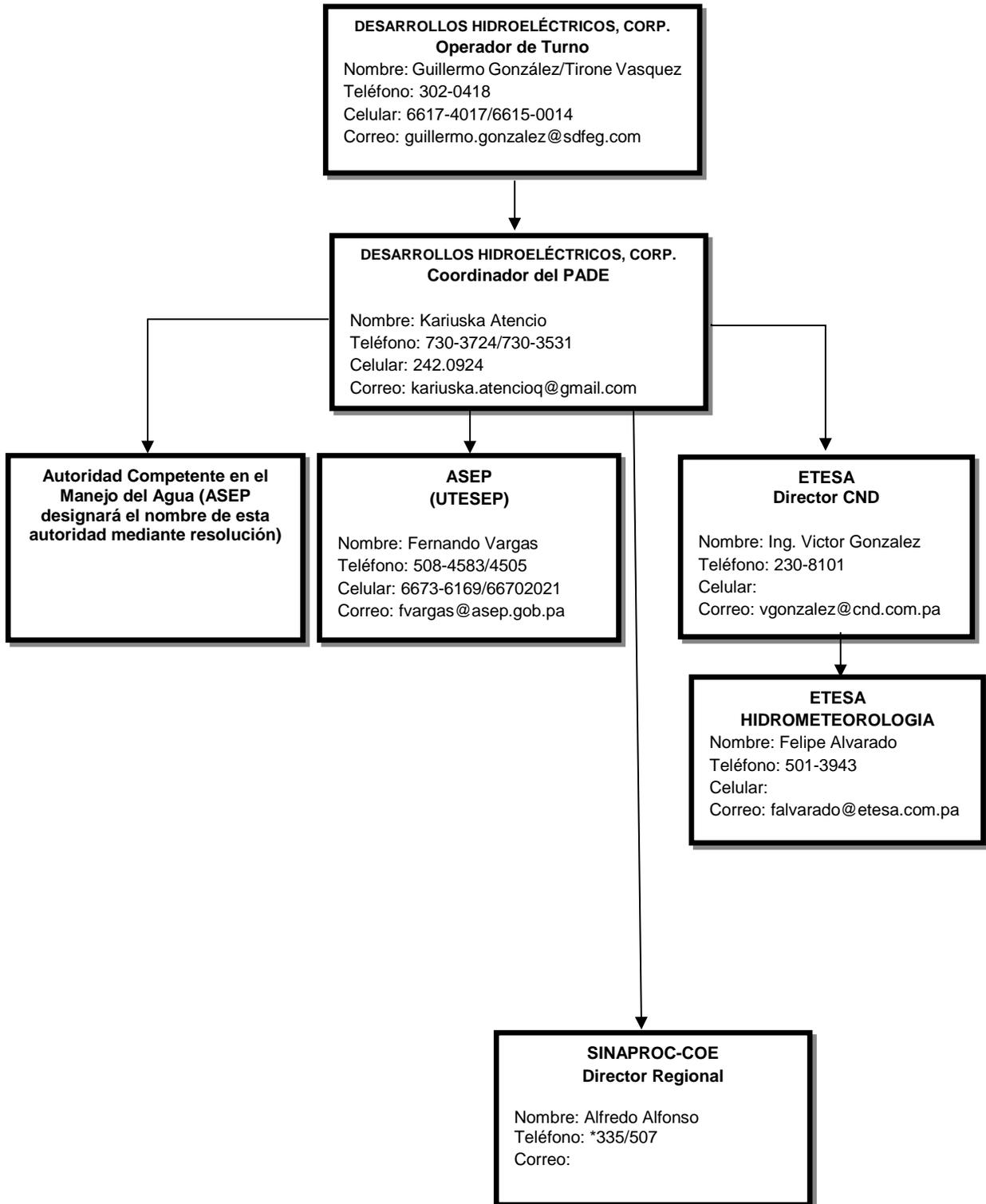
(\*) Se indicará la causa específica que dio motivo a la alerta

### 6.3.2. Flujo de notificaciones

Estos diagramas deberán estar ubicados en lugares visibles y en la oficina de los responsables primarios que estén involucrados en cada alerta. A continuación, se presentan los diagramas de aviso para cada alerta:

## ALERTA BLANCA

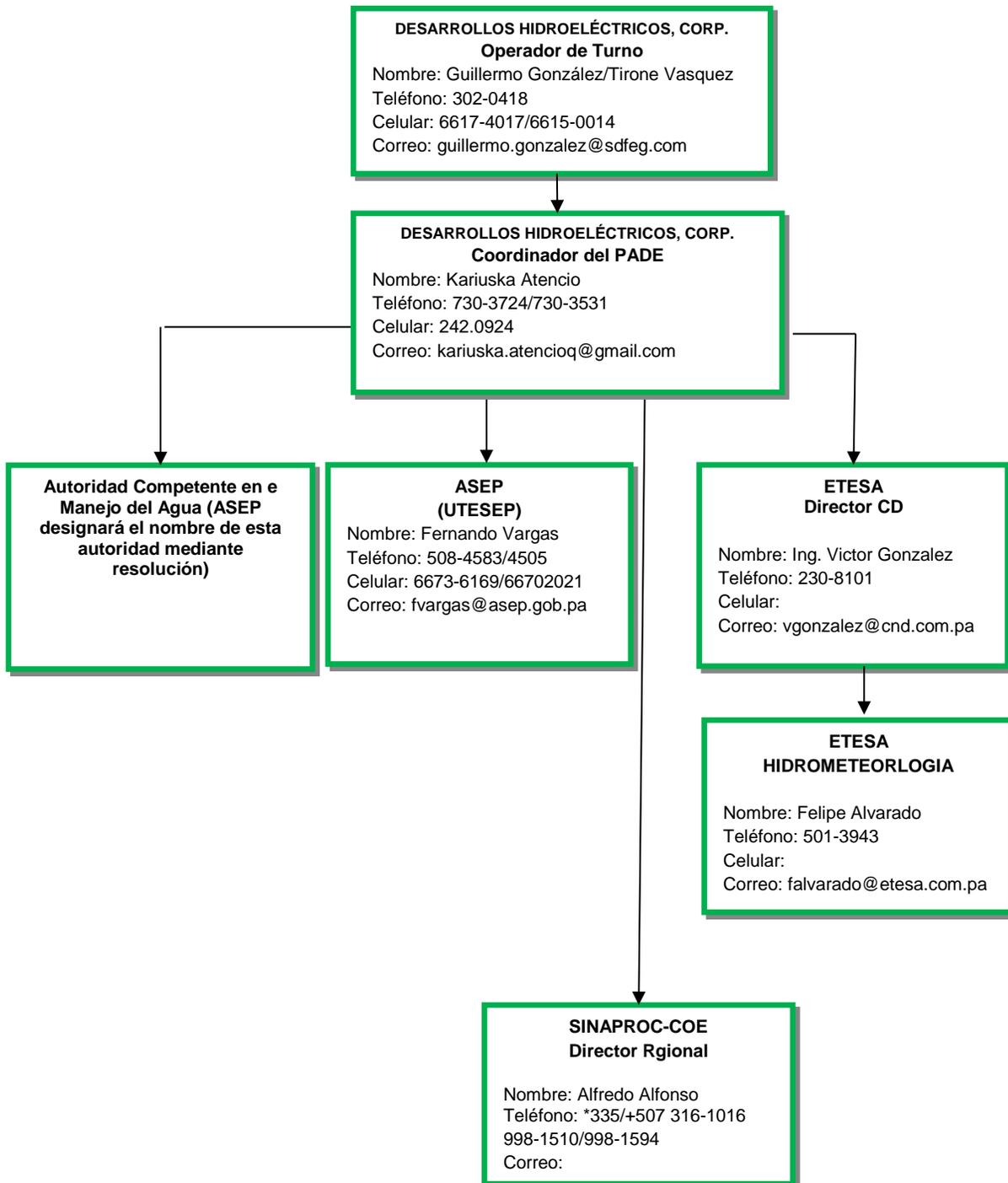
### Directorio de Notificaciones



**NOTA: EN EL ANEXO E SE PRESENTA UN DIRECTORIO DE CONTACTOS ALTERNATIVO.**

## ALERTA VERDE

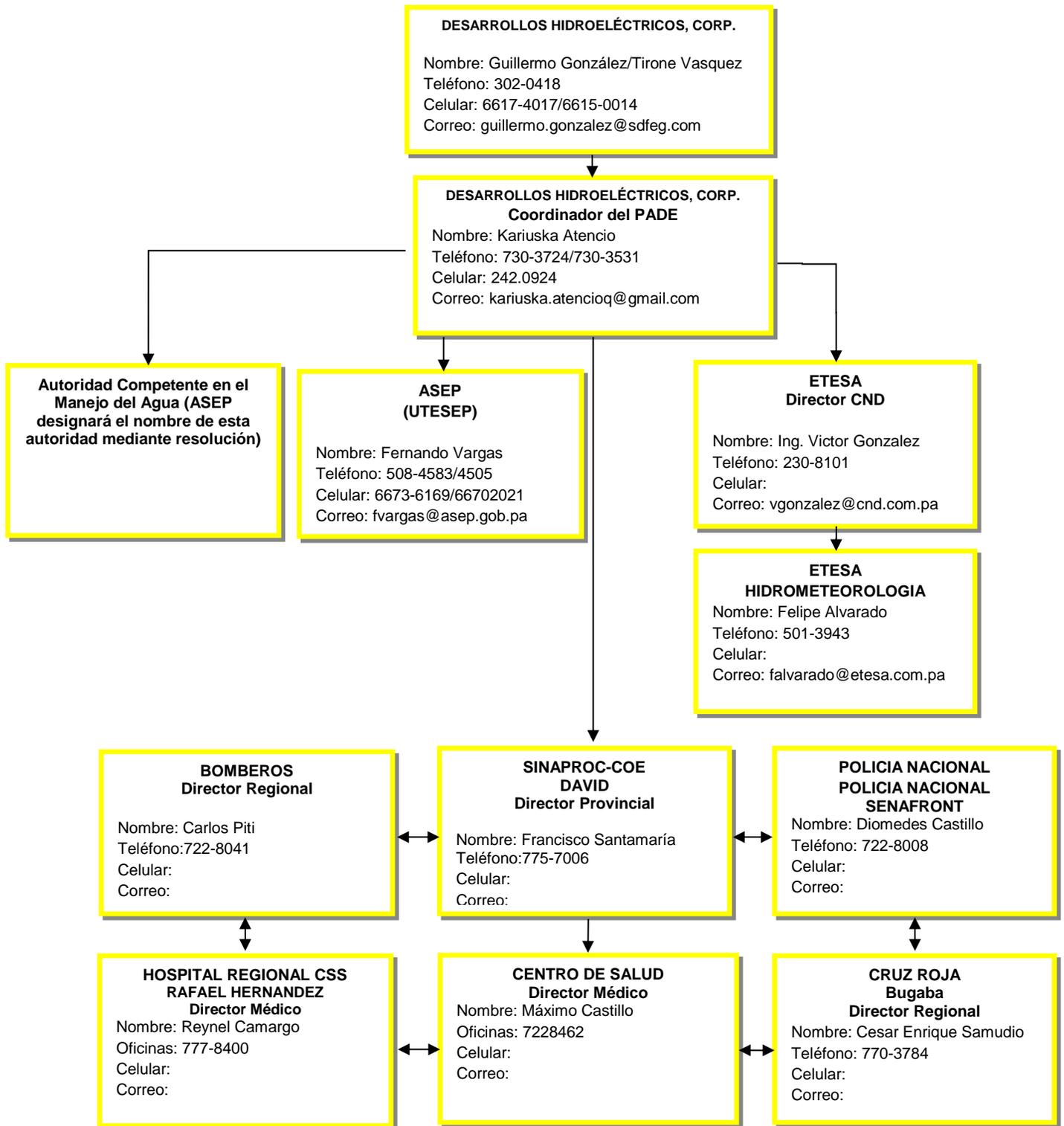
### Directorio de Notificaciones



**NOTA: EN EL ANEXO E SE PRESENTA UN DIRECTORIO DE CONTACTOS ALTERNATIVO.**

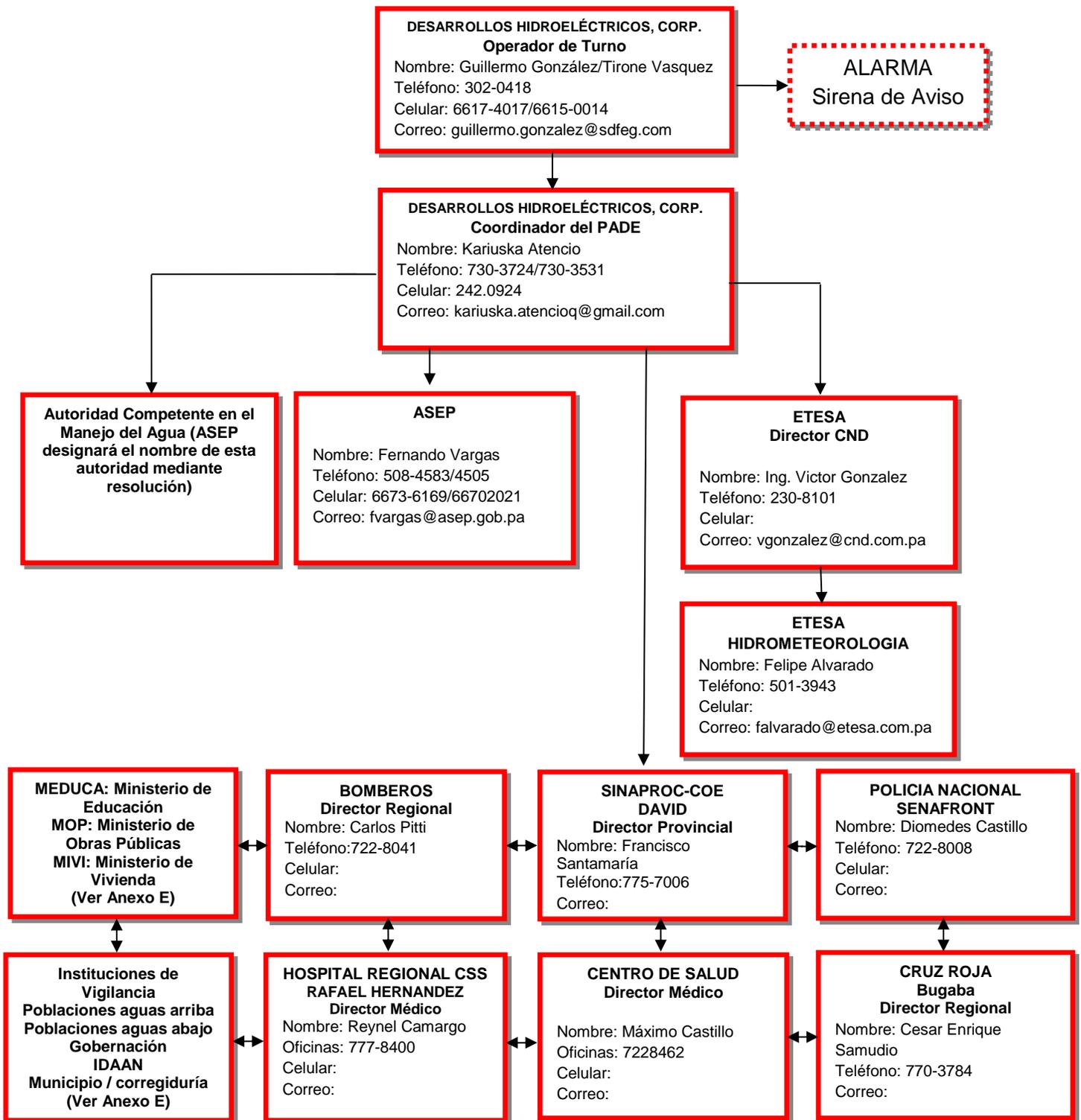
**ALERTA AMARILLA**

## Directorio de Notificaciones



**NOTA: EN EL ANEXO E SE PRESENTA UN DIRECTORIO DE CONTACTOS ALTERNATIVO.**

## ALERTA ROJA Directorio de Notificaciones



**NOTA: EN EL ANEXO E SE PRESENTA UN DIRECTORIO DE CONTACTOS ALTERNATIVO.**

### **6.3.3. Vinculación con el sistema de protección civil.**

El coordinador del PADE, notificará a la dirección provincial de SINAPROC-COE la alerta correspondiente, para que este a su vez coordine con las autoridades locales, organizaciones no gubernamentales, radioaficionados, escuelas e instituciones públicas, las actuaciones de salvaguardar la vida y bienes de la población ubicada agua abajo de la presa.

DESARROLLOS HIDROELÉCTRICOS, CORP, deberá definir con los organismos de protección pública las estrategias de imagen y comunicación; identificación, gestión y firma de acuerdos con interlocutores válidos en las organizaciones de protección civil. Además, instituir protocolos de aviso, actualización y suministro de la lista de contactos actualizada anualmente, diagramas de avisos para cada categoría de emergencia, códigos y validación.

SINAPROC-COE y las autoridades locales serán responsables de llevar a cabo las acciones para cada alerta según la situación que se esté desarrollando en el momento. Estas instituciones diseñaran e implementaran un sistema de atención temprana que involucren a las comunidades que se podrían ver afectadas por la falla de la presa.

Las autoridades de protección pública procuraran la seguridad de las zonas vulnerables y de las afectadas hasta después de una emergencia.

Las autoridades municipales, así como el Ministerio de Vivienda (MIVI) son responsables de la planificación de los asentamientos aguas abajo de la presa del PH San Andrés, por tal motivo deberán considerar los planos de los escenarios analizados en el PADE, para evitar los asentamientos en áreas inundables.

Las acciones de monitoreo y vigilancia para hacer las predicciones meteorológicas estarán a cargo de la Gerencia de Hidrometeorología de ETESA. Este sistema deberá ser confiable y eficiente brindando información en tiempo real para la toma de decisiones y el control de las áreas vulnerables.

Es de gran importancia incluir a la población aguas abajo de las presas y aguas arriba del embalse en el plan de alerta temprana, para que los responsables comunitarios puedan elaborar de manera coordinada sus planes de evacuación. Ellos deberán contar con sistemas de comunicación para avisarles sobre cualquier emergencia que se esté desarrollando aguas arriba de la presa, al mismo tiempo reciban información de la red de vigilancia y control de amenazas meteorológicas, permitiéndoles tomar medidas preventivas en cada situación que se les presente.

### **6.4. Paso 4: Acciones durante la emergencia**

Durante el desarrollo de la emergencia se realizarán las siguientes acciones de vigilancia y control hasta finalizar el evento:

**Cuadro N° 17 - Acciones a tomar durante la Emergencia**

<b>Alerta</b>	<b>Crecida</b>	<b>Sismo</b>	<b>Auscultación e Inspección</b>
<b>Blanca</b>	Monitoreo del nivel del embalse Caña Blanca. Inspección general de cada presa. Monitoreo del Sistema de Alerta Hidrológica.	Monitoreo del nivel del embalse. Verificación del Sismo en otras fuentes. Inspección general de las presas.	Observación de la instrumentación. Verificación de la lectura de los instrumentos. Inspección de las presas.
<b>Verde</b>	Monitoreo del nivel del embalse Caña Blanca. Inspección general de cada presa. Monitoreo del Sistema de Alerta Hidrológica.	Monitoreo del nivel del embalse Caña Blanca. Verificación del Sismo en otras fuentes. Inspección general de las presas.	Observación de la instrumentación. Verificación de la lectura de los instrumentos. Inspección de las presas.
<b>Amarilla</b>	Monitoreo del nivel del embalse Caña Blanca. Inspección general de cada presa. Alerta de Sirena de vertimiento. Monitoreo del Sistema de Alerta Hidrológica Aviso de Evacuación.	Monitoreo del nivel del embalse Caña Blanca. Verificación del Sismo en otras fuentes. Inspección general de las presas y casa de máquinas.	Observación de la instrumentación. Verificación de la lectura de los instrumentos. Inspección de las presas.
<b>Roja</b>	Alerta de Sirena de vertimiento. Evacuar al personal de cada casa de máquinas. Aviso de Evacuación y Rescate.	Verificación del Sismo en otras fuentes. Inspección general de las presas y casa de máquinas. Detener operación de la central y evaluar daños	Observación de la instrumentación. Verificación de la lectura de los instrumentos. Inspección de las presas.

**RESPONSABLE:** Coordinador del PADE ó el encargado de operación y mantenimiento

#### 6.4.1. Definición de las acciones de emergencia

- **Nivel del Embalse:** seguimiento y control de la variación de los niveles según las condiciones hidrológicas.
- **Inspección General de la Presa:** revisión de las presas y casa de máquinas para confirmar anomalías en la estructura: grietas, fisuras, filtraciones, desplazamientos, deslizamientos, etc. Y evaluar el nivel de anomalía.

- **Alerta de Sirena de vertimiento:** avisar a los pobladores aguas abajo de los afluentes sobre el paso de una crecida extraordinaria para alertar las áreas de riesgo y se realice la búsqueda de refugio en lugares altos que tengan acceso para movilizarse. Se debe establecer un código para indicar la magnitud de vertimiento.
- **Apertura de Compuerta de fondo:** apertura de compuerta de la descarga de fondo deberá seguir un procedimiento de operación de compuerta para el control de crecidas.
- **Aviso de Evacuación:** notificar a las autoridades responsables de la evacuación del público a proceder con la evacuación aguas abajo de las presas.

#### **6.4.2. Formulario de registro de evento**

Cada vez que sea declarada una alarma serán registrados los datos durante el evento en un formulario que permita conocer la efectividad y las deficiencias del procedimiento y hacer las correcciones correspondientes. En el Anexo A se presenta un modelo de formulario.

#### **6.5. Paso 5: Terminación**

Una vez que la emergencia fue activada, los procedimientos realizados y la emergencia ha finalizado, las operaciones del PADE serán finalizadas.

##### **Responsabilidades de la Terminación**

El coordinador del PADE comunicará a las autoridades y a las oficinas de manejo de emergencias la finalización de la condición de emergencia.

Un especialista, inspeccionará las estructuras en las presas y la casa de máquinas y realizará un reporte de daños y acciones correctivas inmediatas.

El operador del proyecto elaborará un reporte sobre la terminación del evento y sobre las consecuencias o experiencias de este. En el Anexo A se presenta un modelo de este formulario.

## 7. ESTUDIO DE LA SITUACIÓN DE EMERGENCIA

En el Anexo D, se presenta el detalle de los análisis hidráulicos realizados sobre el PH San Andrés.

Las normas de seguridad de presa de la ASEP. Establecen los escenarios que deben ser completados para las presas en operación. Estos escenarios contemplan eventos ordinarios y extraordinarios (crecidas, sismos. etc.) y además eventos anormales como la falla de operación de estructuras y equipos hidro-electromecánicos.

La configuración de la central San Andrés tiene dos presas y para el análisis hidráulico se ha considerado que las condiciones de crecidas coinciden para ambas cuencas simultáneamente. En cuanto a los escenarios de rotura se ha considerado solo la presa de Caña Blanca por tener un volumen mayor de embalse mientras que La Paja prácticamente no tiene embalse.

### 7.1 Escenarios de emergencia

A continuación, se detallan los escenarios recomendados por la normativa de ASEP:

- Escenario 1: Crecida Ordinaria 1:100 años (río Caña Blanca 595m<sup>3</sup>/seg.) y (quebrada La Paja 297m<sup>3</sup>/seg) ocurriendo simultáneamente.
- Escenario 1: Crecida Extraordinaria 1:10,000 años (río Caña Blanca 1147m<sup>3</sup>/seg.) y (quebrada La Paja 572m<sup>3</sup>/seg) ocurriendo simultáneamente.
- Escenario 2: Colapso Estructural de la presa Caña Blanca en Operación Normal. La presa La Paja presenta comportamiento normal.
- Escenario 3: Colapso Estructural de la presa Caña Blanca en Crecida Extraordinaria. La presa La Paja también presenta Crecida Extraordinaria.
- Escenario 4: Por Apertura Súbita de Compuerta
  - Ni la presa Caña Blanca ni la presa La Paja tiene control del vertedero con compuertas por lo que no aplica este escenario para ninguna.
- Escenario 5: Falla de Operación de Compuertas De las Estructuras Hidráulicas de Descarga
  - Ni la presa Caña Blanca ni la presa La Paja tiene control del vertedero con compuertas por lo que no aplica este escenario para ninguna.
- Escenario 6: Por Vaciado Controlado o Vaciado Rápido a causa de un problema en la presa
  - La presa La Paja no tiene control de vaciado por lo que no aplica este escenario.
  - La presa Caña Blanca tiene una descarga de fondo, que no es para control de vaciado, pero que su máximo caudal es de 52.50 m<sup>3</sup>/seg, por lo que no amerita un análisis separado.

## 7.2 Estudio de afectación de la ribera de embalse y valle

Este estudio se realiza para determinar las zonas inundables que se producen aguas arriba y aguas abajo de las presas del PH San Andrés ante la ocurrencia de la crecida de diseño y eventos por rotura estructurales de la presa. También para evitar los asentamientos en áreas propensas a inundación y determinar las superficies que no presentaran riesgos.

En la presa Caña Blanca su nivel mínimo está en la cota 521.00 msnm y su nivel de operación normal en la 530.00 msnm donde se crea un embalse con un pequeño volumen que ocupa un área que se toma en cuenta al momento de crear los escenarios para evaluar sus efectos aguas abajo por falla estructurales y aguas arriba al ocasionarse sobrevertido debido a problemas en la descarga de las crecidas. En el caso de la presa La Paja tiene su nivel mínimo que se encuentra en la cota 525.00 msnm y su nivel de operación normal al nivel 529.90 msnm, en este caso no se crea un embalse aguas arriba, la crecida de entrada se verifica con los mismos escenarios.

### 7.2.1 Análisis hidráulico

El método usado para realizar el análisis hidráulico de la falla de la presa ha sido el HEC-RAS, desarrollado por el Hydrologic Engineering Center (HEC) del United States Army Corps of Engineers, es un modelo unidimensional que modela los comportamientos del flujo a partir de la topografía, las características hidráulicas del canal y los caudales de estudio.

De acuerdo con los escenarios recomendados por las Normas de Seguridad Durante Emergencias ASEP, se han analizado los siguientes escenarios.

**Cuadro N° 18 - Escenarios de Análisis para Emergencias**

Casos de ASEP	Escenarios Basados en la Norma ASEP	Escenario Análogo	Caudal Máximo (m <sup>3</sup> /s)
1	Crecida Ordinaria con Periodo de Retorno de 1:100 años.	Escenario 0	892
1	Crecida Extraordinaria con Periodo de Retorno de 1:10,000 años.	Escenarios 1	1719
2	Colapso Estructural de Zona Central de Presa en Operación Normal.	Escenarios 2	450
3	Colapso Estructural de Zona Central de Presa en Crecida Extraordinaria.	Escenarios 3	1597

El resultado de los cálculos hidráulicos con el programa HEC-RAS, así como los datos de entrada se presentan en el Anexo Digital en CD.

## 7.2.2 Crecidas ordinarias y extraordinaria

Se hizo el análisis basado en la ocurrencia de la entrada de las crecidas presentadas en el cuadro N° 19 en cada presa:

**Cuadro N° 19 - Descarga para crecidas de diseño**

Tr (años)	Caudal Caña Blanca (m <sup>3</sup> /s)	Caudal La Paja (m <sup>3</sup> /s)
100	595	297
10,000	1147	572

### 7.2.1.2 Colapso estructural en condición normal y durante crecida extraordinaria

De acuerdo con la condición establecida en la sección 5.2 se debe investigar los efectos de la rotura de la presa y de las estructuras de contención durante la operación normal en día soleado y durante la condición de crecida máxima.

Para este análisis se utiliza el módulo de rompimiento de presa de HEC-RAS, evaluando la peor condición de falla para la presa con vertedero de descarga libre.

### 7.2.1.3 Falla de operación de las compuertas

El vertedero de las presas no cuenta con compuertas para el control de crecidas, la capacidad del vertedero libre en cada caso es suficiente para transitar las crecidas extraordinarias por lo que una falla de la compuerta de fondo no generaría un escenario diferente al escenario 0.

## 7.3. Mapas de inundación

Un Mapa General ha sido preparado tomando como base la información topográfica y de estructuras. Este Mapa General fue utilizado como base para la preparación de los mapas de inundación correspondiente a los escenarios analizados.

Los datos topográficos que se utilizan para definir un modelo de simulación hidráulica del cauce fueron.

- Planos como contruidos de las estructuras de la CH San Andrés.
- Archivo DWG de ACAD que muestra la demografía del área en estudio por el Departamento de Cartografía de la Contraloría General de la República usada en el censo del año 2010.
- Hojas cartográficas del Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" 3642.III – Plaza Caizan, 3641-IV-VillaNeily y 3641 III-Progreso.
- Uso del Google Earth, para obtener información de Fotografías Aéreas del terreno.

- Autodesk AutoCAD Civil 3D, 2017 para elaboración del mapa base
- Información topográfica generada con Gobal Mapper V.16.1.0.
- Memorias de cálculo de la presa del Proyecto Hidroeléctrico San Andres.

## 7.4. Resultados

El resultado de los cálculos hidráulicos con el programa HEC-RAS, así como los datos de entrada, se presentan en el Anexo Digital D.

El contenido del Anexo Digital D, es el siguiente:

- Mapa general de PH San Andres en formato PDF Y DWG.
- Mapas de inundación de los escenarios analizados en formato PDF Y DWG.
- Resultados del análisis hidráulico HEC-RAS, en formato Excel.
- Secciones transversales del análisis hidráulico HEC-RAS, en formato PDF.

## 7.5. Descripción de la zona potencialmente inundable

Los escenarios de crecida y rotura de la presa originan manchas de inundación que no afectarán las viviendas ni estructuras viales que se encuentran en las áreas aguas arriba y aguas abajo, cercanas a las riberas de cada afluente.

A continuación, se presentan los resultados del análisis hidráulico del río caña Blanca y Quebrada La Paja sus características y efectos en las zonas aguas abajo y aguas arriba para los distintos escenarios:

**Cuadro N° 20 - Características y Efectos aguas Abajo**

Descripción de daños	Afectaciones			
	Escenario 0	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Área de Inundación	77.79	90.05	52.04	73.63
Pérdidas directas de vida (viviendas habitadas, desarrollo residencial, comercial o industrial)	0	0	0	0
Perdidas de servicios esenciales (saneamiento, suministro de energía, sistema sanitario, sistema de comunicación y sistema de transporte)	0	0	0	0
Perdida de propiedades (daños industriales, daños a propiedades rusticas, daños a cultivos, daños a las infraestructuras)	0	0	0	0
Pérdidas Ambientales (parques nacionales, refugio de vida silvestre, reservas forestales/hidrológicas, humedales, y /o bosques protectores, patrimonio histórico y artístico)	0	0	0	0
Otras afectaciones (rotura de presa)	0	0	0	0

\*Vado que comunica algunas casas de la comunidad de Caña Blanca.

A continuación, los efectos que se presentan por efectos de la crecida máxima

**Cuadro N° 21 - Características y Efectos aguas arriba**

Descripción de daños	Afectaciones			
	Escenario 0	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Área de Inundación	0	0	0	0
Pérdidas directas de vida (viviendas habitadas, desarrollo residencial, comercial o industrial)	0	0	0	0
Perdidas de servicios esenciales (saneamiento, suministro de energía, sistema sanitario, sistema de comunicación y sistema de transporte)	0	0	0	0
Perdida de propiedades (daños industriales, danos a propiedades rusticas, daños a cultivos, daños a las infraestructuras)	0	0	0	0
Pérdidas Ambientales (parques nacionales, refugio de vida silvestre, reservas forestales/hidrológicas, humedales, y /o bosques protectores y patrimonio histórico y artístico)	0	0	0	0
Otras afectaciones (rotura de presa)	0	0	0	0

## 7.6. Recomendaciones para el plan de emergencia

Como recomendaciones se sugiere:

- Actualizar la información de elevación y localización de las viviendas cercanas al río.
- Actualización de los datos de las personas de contacto del anexo E y flujo de Comunicación.

## **8. ANEXOS**

**ANEXO A** - Formulario para registro de eventos

**ANEXO B** - Mapas de inundación de la PH San Andrés

**ANEXO C** - Planos como construidos de la PH San Andrés

**ANEXO D** - Análisis hidráulico del Río Caña Blanca y Quebrada La Paja

**ANEXO E** - Directorio de contactos alternativos

**ANEXO F** - Plan de simulacro para emergencias

## **ANEXO A – FORMULARIO PARA REGISTRO DE EVENTOS**

## A. FORMULARIO PARA REGISTRO DE EVENTOS

### A.1. Preliminares

Fecha: \_\_\_\_\_

El registro de causas y efectos se completará inmediatamente después de la emergencia. La persona del contacto inicial debe recoger todos los datos para poder enfrentar otra posible situación de emergencia.

#### Notificación: Alerta Blanca

Contacto	Contactado (si/no)	Tiempo de Contacto (min)	Contactado por
Gerente General			
Gerente de Operaciones/ Coordinador del PADE			
UTESEP de ASEP			
ETESA (CND)			
ETESA (HIDROMET)			
SINAPROC - COE			

#### Notificación: Alerta Verde

Contacto	Contactado (si/no)	Tiempo de Contacto (min)	Contactado por
Gerente			
Gerente de Operaciones / Coordinador del PADE			
UTESEP de ASEP			
ETESA (CND)			
ETESA (HIDROMET)			
SINAPROC - COE			

#### Notificación: Alerta Amarilla

Contacto	Contactado (si/no)	Tiempo de Contacto (min)	Contactado por
Gerente General			
Gerente de Operaciones / Coordinador del PADE			
UTESEP de ASEP			
ETESA (CND)			
ETESA (HIDROMET)			
Bomberos			
SINAPROC - COE			
Policía Nacional			
Hospitales			
Centro de Salud			
Cruz Roja			

**Notificación: Alerta Roja**

Contacto	Contactado (si/no)	Tiempo de Contacto (min)	Contactado por
Gerente General			
Gerente de Operaciones / Coordinador del PADE			
UTESEP de ASEP			
ETESA (CND)			
ETESA (HIDROMET)			
Bomberos			
SINAPROC - COE			
Policía Nacional			
Hospitales			
Centro de Salud			
Cruz Roja			

NOTA: En el ANEXO E se presentan los contactos alternativos que participan en el nivel de emergencia de la alerta roja.

## A.2. Reporte durante el evento

¿Cómo y dónde se detectó el evento? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Condiciones del clima: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Descripción General de Situación de Emergencia: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Nivel de Emergencia: \_\_\_\_\_

### Medidas y Progresión del Evento

Fecha	Hora	Medidas / progresión del evento	Anotado por

Reporte preparado por: \_\_\_\_\_ fecha: \_\_\_\_\_

### A.3. Reporte después del evento

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Condiciones del Clima: \_\_\_\_\_

Descripción General de la Situación de Emergencia: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Áreas afectadas: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Daños de las Estructuras que conforman la Central: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Posibles Causas: \_\_\_\_\_

Efectos en la Operación de la Presa: \_\_\_\_\_

Elevación inicial del Embalse: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Máxima Elevación del Embalse: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Elevación final del Embalse: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

**NOTA: se debe especificar si el evento ocurrido fue en la presa La Paja o Caña Blanca.**

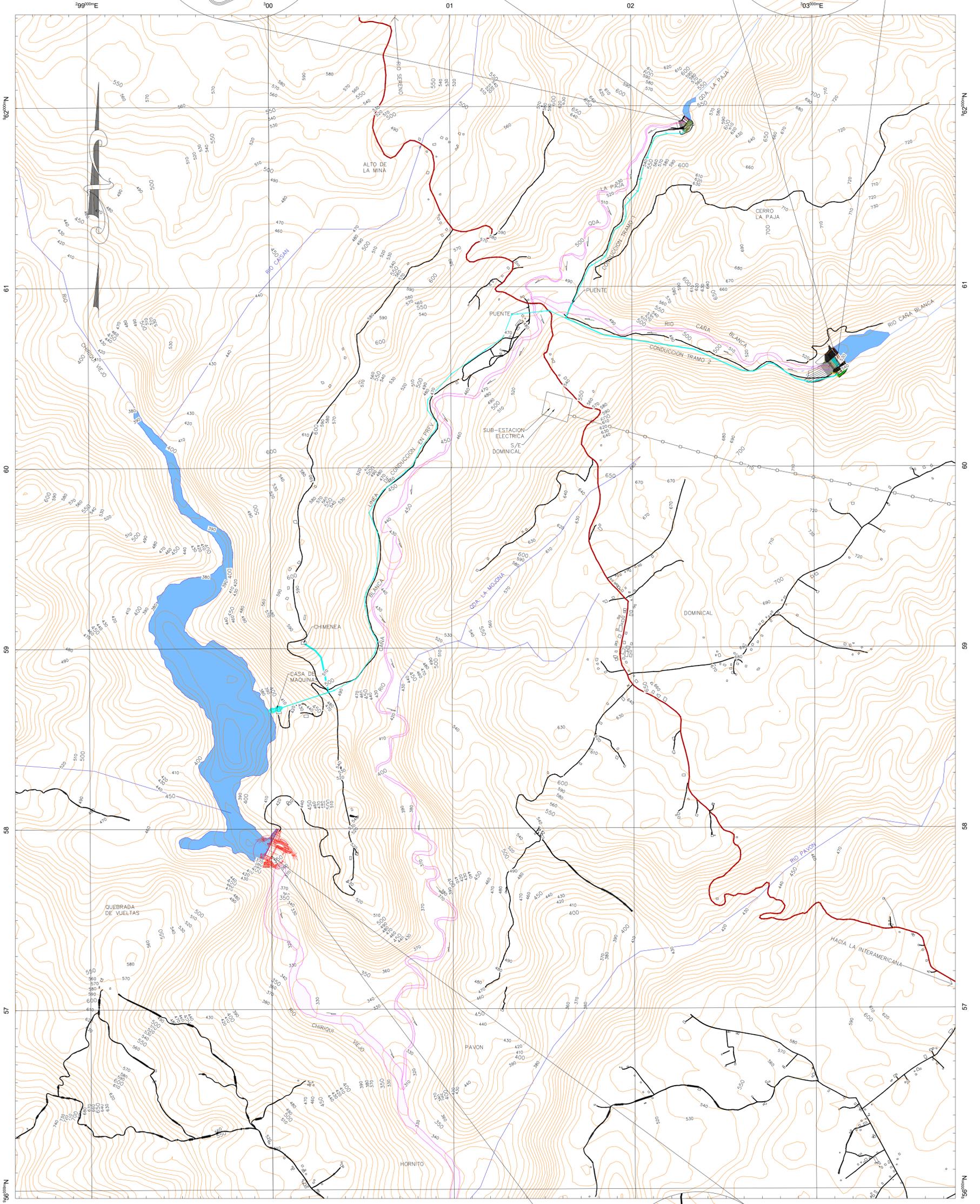
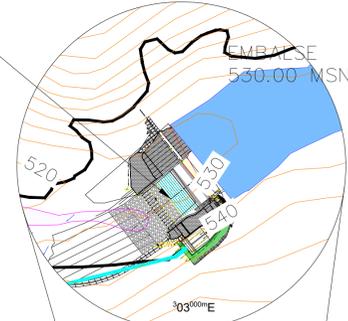
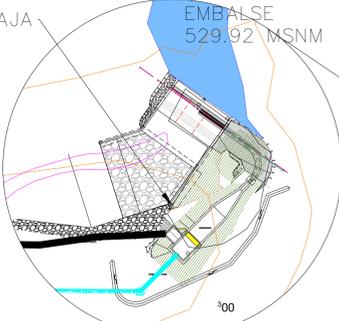
## **ANEXO B – MAPAS DE INUNDACIÓN DEL PH SAN ANDRÉS**

PRESA LA PAJA

EMBALSE 529.92 MSNM

PRESA CAÑA BLANCA

EMBALSE 530.00 MSNM



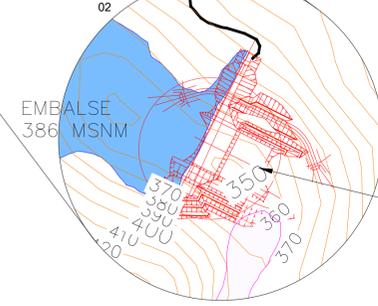
**REPUBLICA DE PANAMA**  
**CENTRAL HIDROELECTRICA SAN ANDRES**  
**PLAN DE ACCION DURANTE EMERGENCIA**  
 LOCALIZACION GENERAL

DESARROLLOS  
 HIDROELECTRICOS CORP.

FECHA: 04-04-2018  
 DATUM: WGS84  
 ESCALA: 1:10000  
 PLANO N°: ANEXO B.1

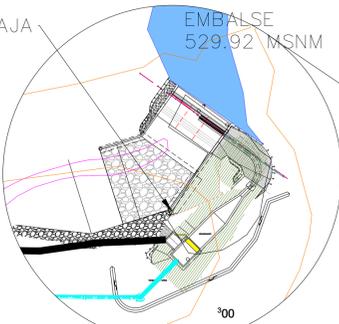
**LEYENDA:**

- PLAYAS DE INUNDACION
- CAMINOS
- RIOS Y QUEBRADAS
- POBLADOS
- LINEA DE TRANSMISION ELECTRICA

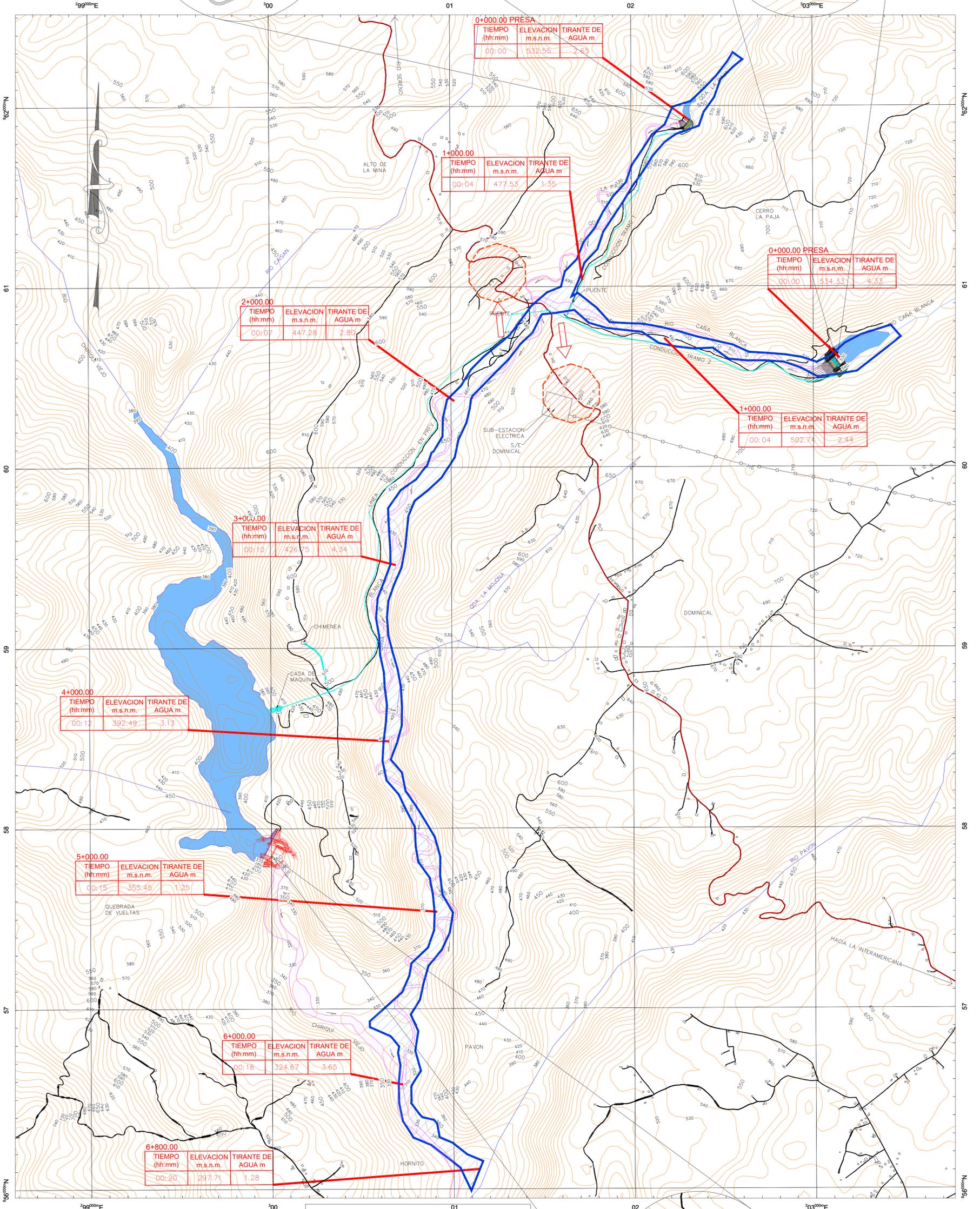
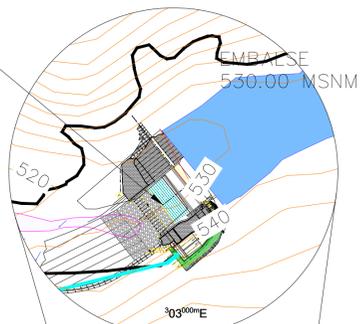


PRESA DE BAITUN

PRESA LA PAJA



PRESA CAÑA BLANCA



**REPUBLICA DE PANAMA**  
**CENTRAL HIDROELECTRICA SAN ANDRES**  
**PLAN DE ACCION DURANTE EMERGENCIA**  
 ESCENARIO 0, CRECIDA OPERACION NORMAL 1:100 AÑOS

DESARROLLOS  
**HIDROELECTRICOS CORP.**

FECHA: 04-04-2018  
 DATUM: WGS84  
 ESCALA: 1:10000  
 PLANO N°: ANEXO B.2

**LEYENDA:**

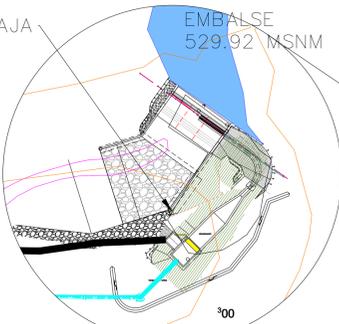
- PLAYAS DE INUNDACION
- CAMINOS
- RIOS Y QUEBRADAS
- POBLADOS
- MANCHA DE INUNDACION
- RUTA DE EVACUACION
- ZONA SEGURA

EMBALSE 386 MSNM

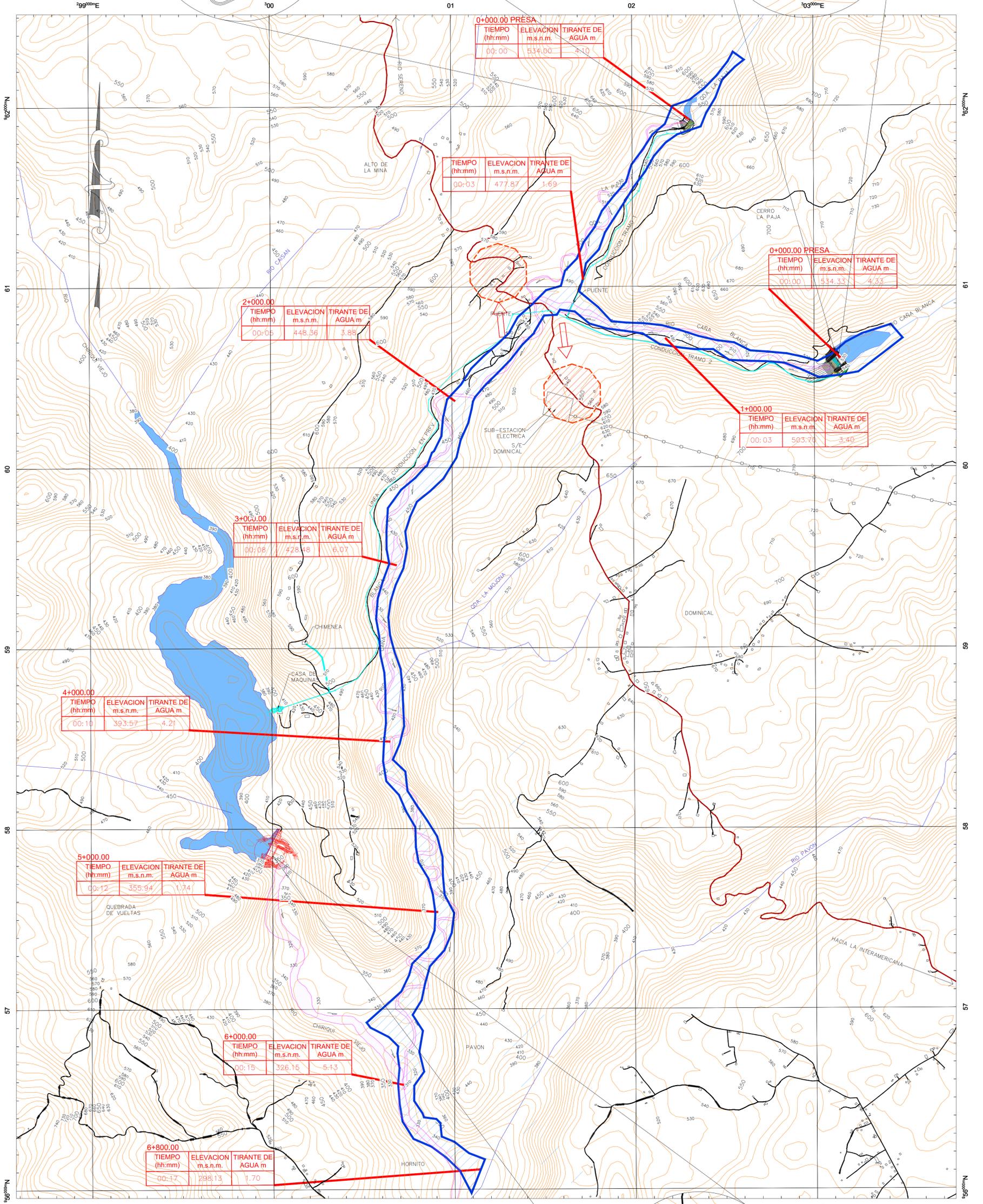
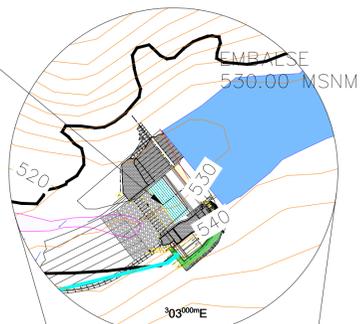
PRESA DE BAITUN

300 0 300 600  
 Metros  
 1:10000

PRESA LA PAJA



PRESA CAÑA BLANCA



**REPUBLICA DE PANAMA**  
**CENTRAL HIDROELECTRICA SAN ANDRES**  
**PLAN DE ACCION DURANTE EMERGENCIA**

ESCENARIO 1, CRECIDA OPERACION EXTRAORDINARIA 1:10000 AÑOS

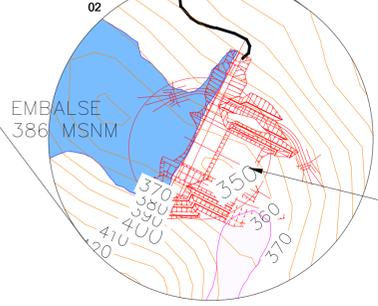
DESARROLLOS  
 HIDROELECTRICOS CORP.

FECHA: 04-04-2018  
 DATUM: WGS84  
 ESCALA: 1:10000  
 PLANO N°: ANEXO B.3



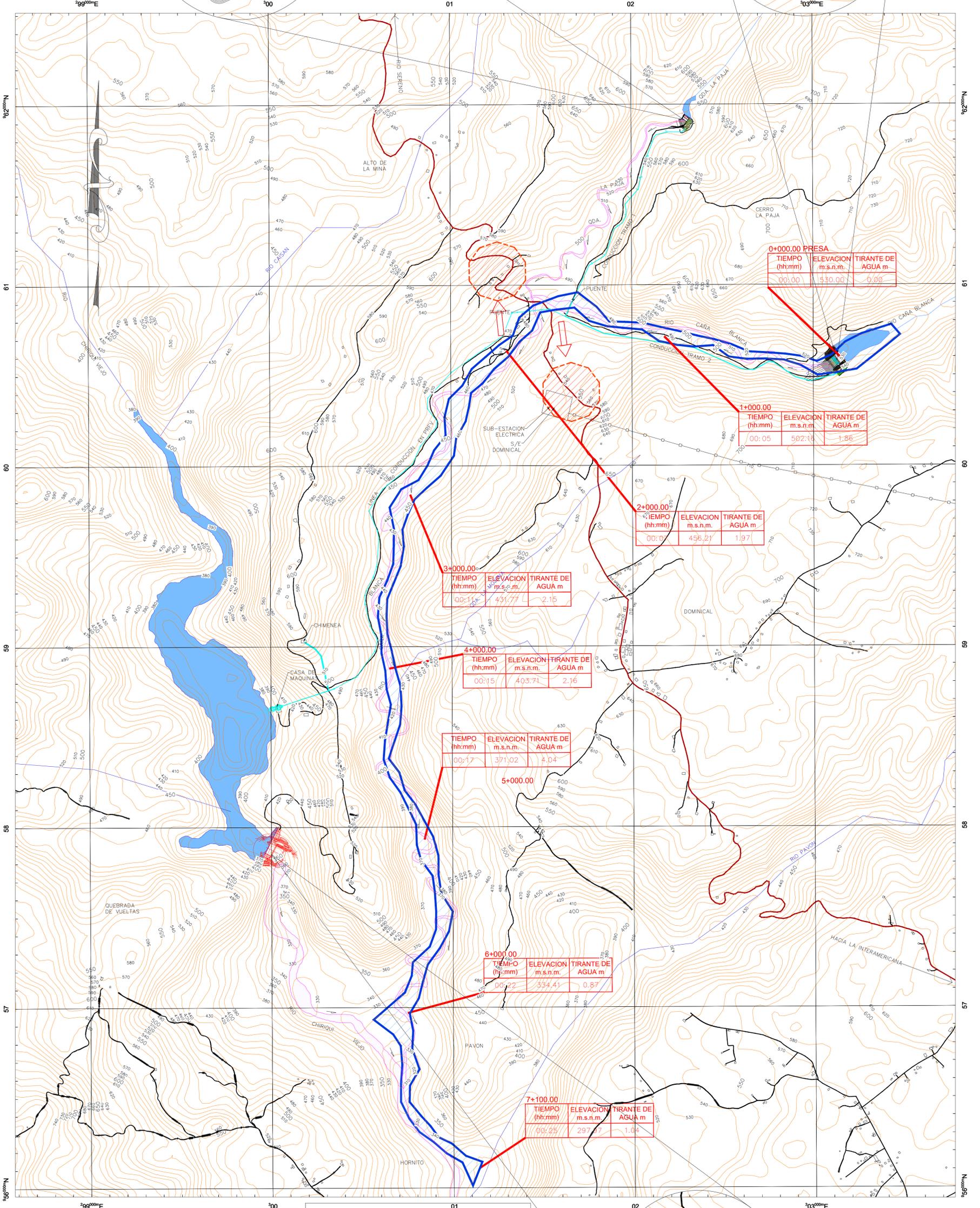
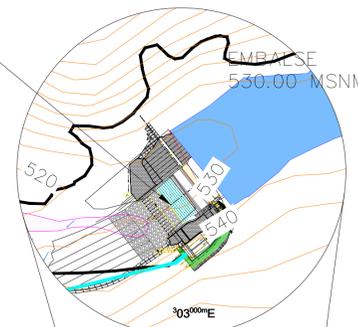
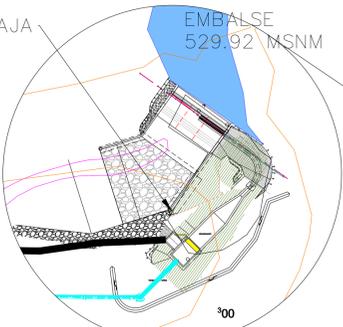
**LEYENDA:**

- PLAYAS DE INUNDACION
- CAMINOS
- RIOS Y QUEBRADAS
- POBLADOS
- MANCHA DE INUNDACION
- RUTA DE EVACUACION
- ZONA SEGURA



PRESA LA PAJA  
EMBALSE 529.92 MSNM

PRESA CAÑA BLANCA  
EMBALSE 530.00 MSNM



**REPUBLICA DE PANAMA**  
CENTRAL HIDROELECTRICA SAN ANDRES  
**PLAN DE ACCION DURANTE EMERGENCIA**  
ESCENARIO 2, ROTURA OPERACION NORMAL

DESARROLLOS  
HIDROELECTRICOS CORP.

FECHA: 04-04-2018

DATUM: WGS84

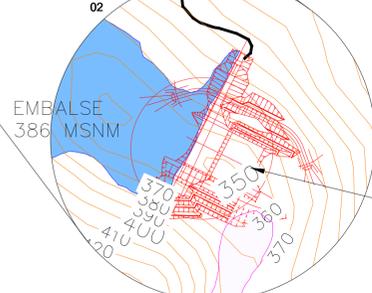
ESCALA: 1:10000

PLANO N° ANEXO B.4

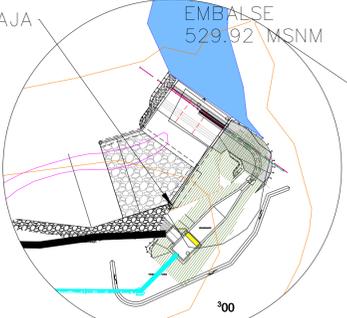


LEYENDA:

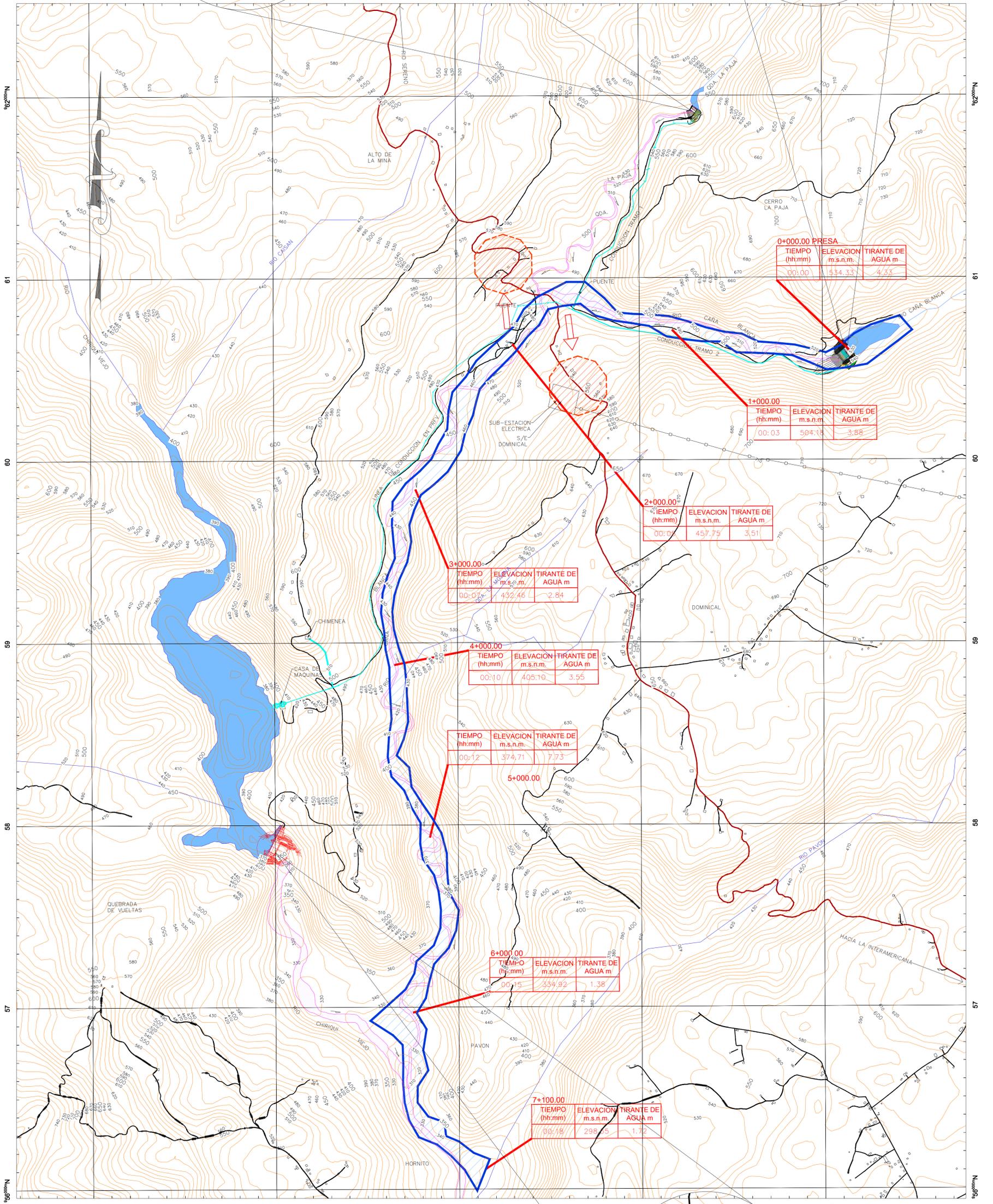
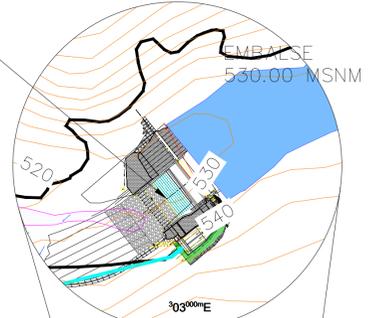
- PLAYAS DE INUNDACION
- CAMINOS
- RIOS Y QUEBRADAS
- POBLADOS
- MANCHA DE INUNDACION
- RUTA DE EVACUACION
- ZONA SEGURA



PRESA LA PAJA



PRESA CAÑA BLANCA



**REPUBLICA DE PANAMA**  
**CENTRAL HIDROELECTRICA SAN ANDRES**  
**PLAN DE ACCION DURANTE EMERGENCIA**  
**ESCENARIO 3, ROTURA OPERACION EXTRAORDINARIA**

DESARROLLOS  
**HIDROELECTRICOS CORP.**

FECHA: 04-04-2018  
 DATUM: WGS84  
 ESCALA: 1:10000  
 PLANO N°: ANEXO B.5

**LEYENDA:**

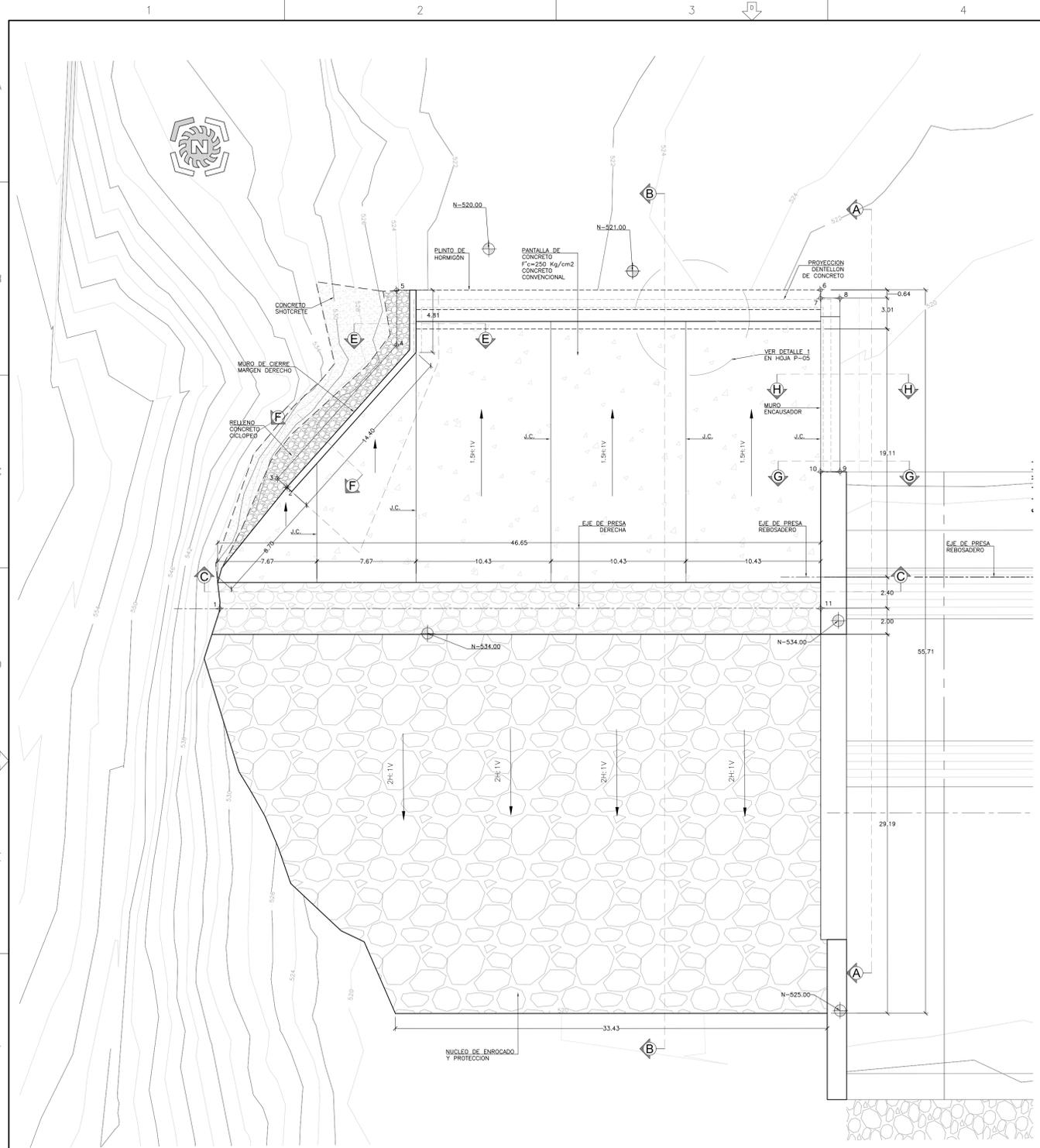
- PLAYAS DE INUNDACION
- CAMINOS
- RIOS Y QUEBRADAS
- POBLADOS
- MANCHA DE INUNDACION
- RUTA DE EVACUACION
- ZONA SEGURA

EMBALSE 386 MSNM

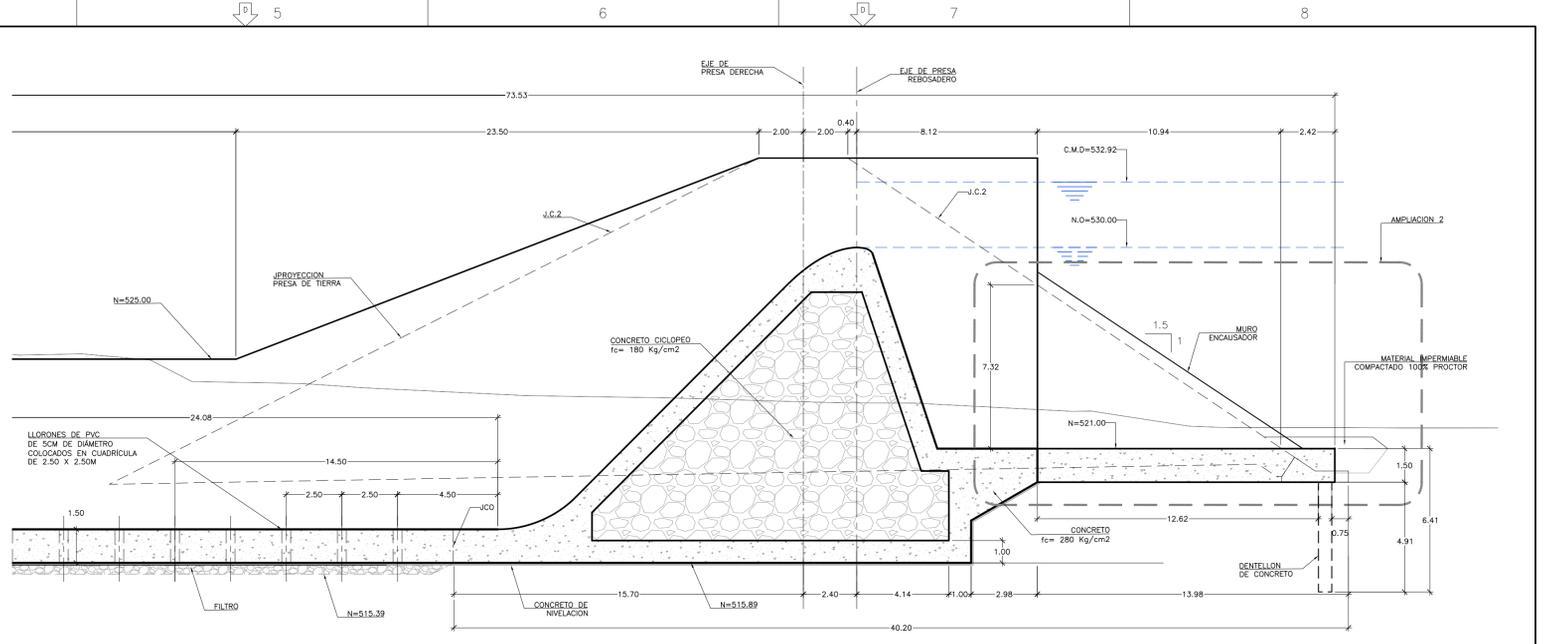
PRESA DE BAITUN

300 0 300 600  
 Metros  
 1:10000

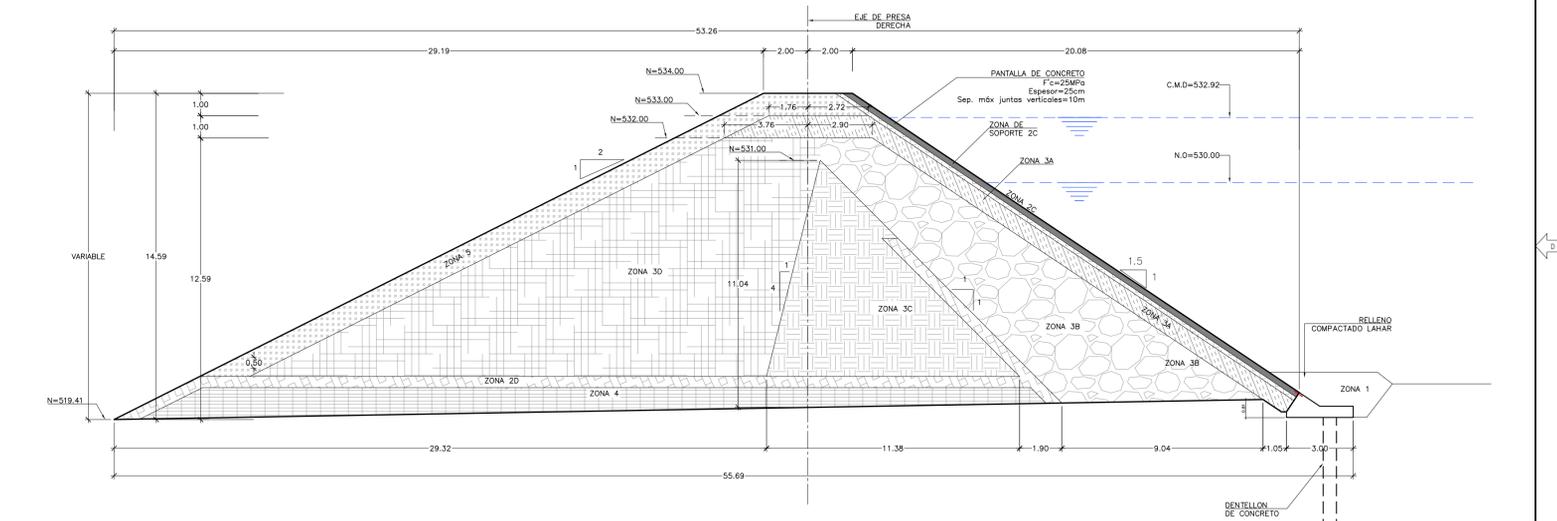
## **ANEXO C – PLANOS COMO CONSTRUIDOS PH SAN ANDRÉS**



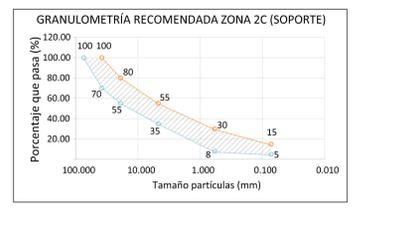
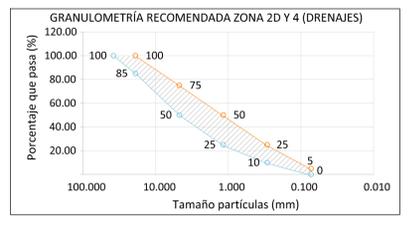
**PLANTA DE PRESA DE ENROCADO**  
Esc. 1:200



**SECCION A-A**  
Esc. 1:150



**SECCION B-B**  
Esc. 1:150



PROPIEDADES DE LOS MATERIALES							
Materiales (Zona)	Tamaño máx. (mm)	Permeable (m/s)	Densidad (kN/m <sup>3</sup> )	ν (DPO) # (°)	E (MPa)	Poisson ratio	
Concreto	0.00	1.00E-12	24.00	2000	30.00	21,540.00	0.20
Margen (Func.)	0.00	3.00E-05	20.00	50.00	28.00	100.00	0.35
Lahar (Func.)	0.00	4.00E-05	22.00	300.00	33.00	1,000.00	0.30
Zona 1C (rell.com.)	100.00	1.00E-04	20.00	0.00	30.00	100.00	0.30
Zona 2C (soporte)	80.00	1.00E-06	22.00	0.00	35.00	30.00	0.30
Zona 2D (drenaje)	200.00	1.00E-02	22.00	0.00	35.00	30.00	0.30
Zona 3A (drenaje)	300.00	1.00E-05	22.00	0.00	35.00	30.00	0.30
Zona 3B (drenaje)	1,000.00	1.00E-05	22.00	0.00	35.00	30.00	0.30
Zona 3C (drenaje)	1,000.00	1.00E-05	22.00	0.00	35.00	30.00	0.30
Zona 3D (drenaje)	1,000.00	1.00E-05	22.00	0.00	35.00	30.00	0.30
Zona 4 (drenaje)	300.00	1.00E-02	22.00	0.00	35.00	30.00	0.30
Zona 5 (drenaje)	1,000.00	1.00E-04	22.00	0.00	35.00	30.00	0.30

TABLA DE COORDENADAS		
PUNTO	E	N
1	303112.177	960639.838
2	303122.715	960641.580
3	303122.780	960642.573
4	303136.576	960641.734
5	303139.891	960644.367
6	303160.291	960618.684
7	303159.809	960618.300
8	303160.725	960617.114
9	303150.261	960608.803
10	303149.329	960609.976
11	303141.092	960603.434

ZONAS	DESCRIPCION	TAMAÑO MÁXIMO (m)
1	RELLENO COMPACTADO DE LAHAR	0.10
2C	BASE DE PANTALLA	0.45
3	TRANSICION DE DRENAJE	0.20
3A	ENROCADO DE TRANSICION	0.30
3B	ENROCADO DE CAPAS DE 1.0m	1.00
3C	ENROCADO DE CAPAS DE 1.4m	1.00
3D	ENROCADO DE CAPAS DE 2.0m	1.00
4	DRENAJE, GRAVAS Y PIEDRAS DE 30cms	0.30
5	ENROCADO DE CAPAS DE 1.0m	1.00

LEYENDAS	
N	NIVEL
NT	NIVEL DE TERRAZA
NF	NIVEL DE FUNDACION
NC	NIVEL DE CORONA
NEC	NIVEL ETAPA DE COLADO
CMD	CRECIDA MÁXIMA DE DISEÑO
NO	NIVEL DE OPERACION
JC	JUNTA DE CONSTRUCCION
JE	JUNTA DE EXPANSION
AS	REFUERZO EN AMBOS SENTIDOS
AL	REFUERZO EN AMBOS LECHOS
F <sub>c</sub>	ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESION EN EL CONCRETO
F <sub>y</sub>	ESFUERZO DE FLENDENCIA PARA EL ACERO

NO	DESCRIPCION	ARQ.	ING.	FECHA
00	DIBUJO ORIGINAL	HC	LAA	17/02/17
REV.	COMENTARIOS	PREP.	APROB.	FECHA
REVISIONES				



**DESARROLLOS HIDROELÉCTRICOS CORP.**

**PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN ANDRÉS, PANAMA**

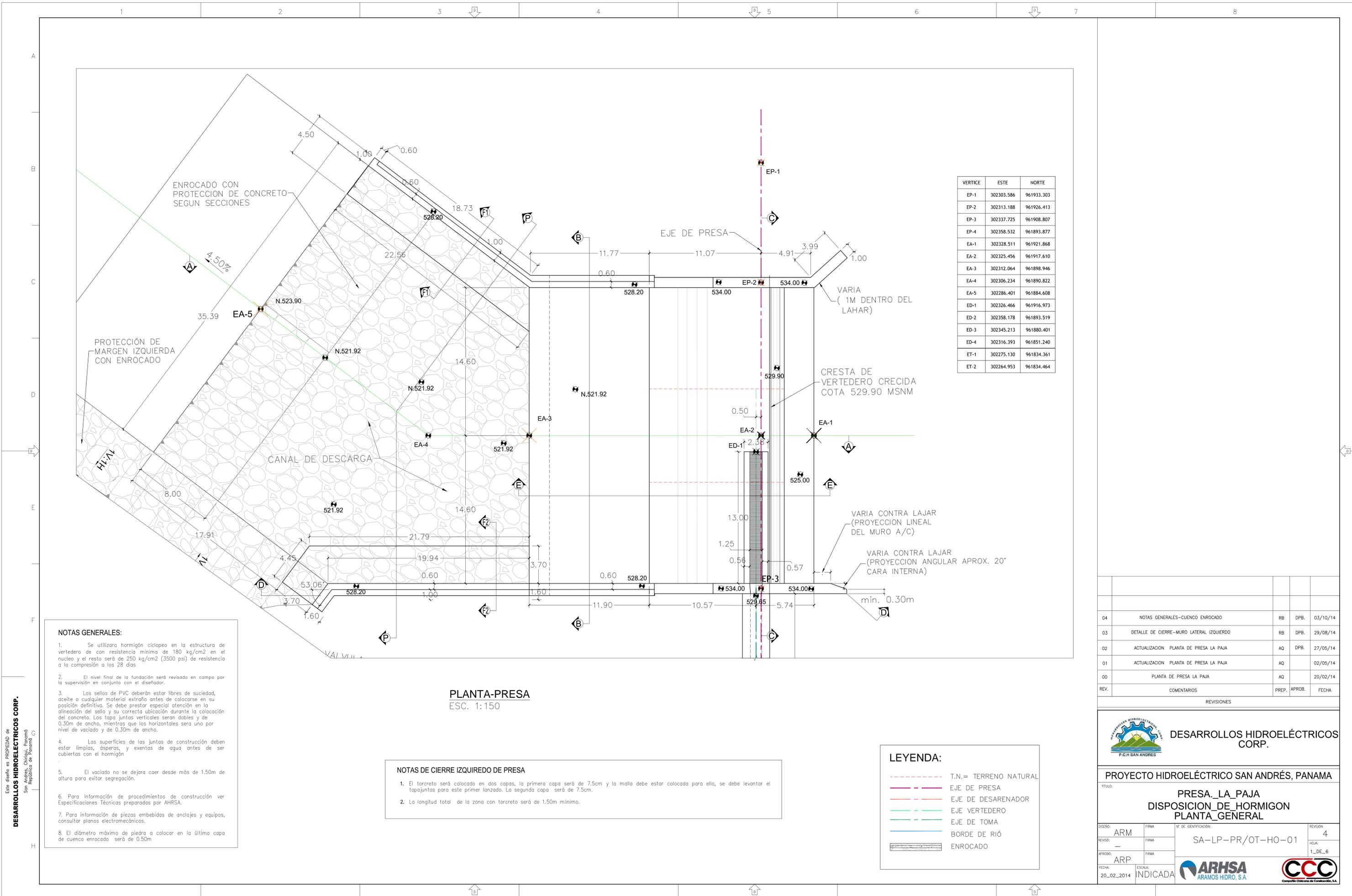
**PLANTA GENERAL PRESA\_DERECHA\_CANA\_BLANCA**

TITULO:

DESIGNO: \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_ N.º DE IDENTIFICACION: \_\_\_\_\_ REVISION: 0

FECHA: 17\_02\_2017 ESCALA: INDICADAS SA-CB-PR-HO-01 HOJA: 1\_DE\_7



VERTICE	ESTE	NORTE
EP-1	302303.586	961933.303
EP-2	302313.188	961926.413
EP-3	302337.725	961908.807
EP-4	302358.532	961893.877
EA-1	302328.511	961921.868
EA-2	302325.456	961917.610
EA-3	302312.064	961898.946
EA-4	302306.234	961890.822
EA-5	302286.401	961884.608
ED-1	302326.466	961916.973
ED-2	302358.178	961893.519
ED-3	302345.213	961880.401
ED-4	302316.393	961851.240
ET-1	302275.130	961834.361
ET-2	302264.953	961834.464

**NOTAS GENERALES:**

- Se utilizara hormigón ciclopeo en la estructura de vertedero de con resistencia mínima de 180 kg/cm<sup>2</sup> en el núcleo y el resto será de 250 kg/cm<sup>2</sup> (3500 psi) de resistencia a la compresión a los 28 días.
- El nivel final de la fundación será revisado en campo por la supervisión en conjunto con el diseñador.
- Los sellos de PVC deberán estar libres de suciedad, aceite o cualquier material extraño antes de colocarse en su posición definitivo. Se debe prestar especial atención en la alineación del sello y su correcta ubicación durante la colocación del concreto. Los tapa juntas verticales serán dobles y de 0,30m de ancho, mientras que los horizontales serán uno por nivel de vaciado y de 0,30m de ancho.
- Las superficies de las juntas de construcción deben estar limpias, ásperas, y exentas de agua antes de ser cubiertas con el hormigón.
- El vaciado no se dejara caer desde más de 1,50m de altura para evitar segregación.
- Para Información de procedimientos de construcción ver Especificaciones Técnicas preparadas por AHRSA.
- Para información de piezas embebidas de anclajes y equipos, consultar planos electromecánicos.
- El diámetro máxima de piedra a colocar en la última capa de cuenco enrocado será de 0,50m.

**PLANTA-PRESA**  
ESC. 1:150

**NOTAS DE CIERRE IZQUIERDO DE PRESA**

- El torcretto será colocado en dos capas, la primera capa será de 7,5cm y la malla debe estar colocada para ello, se debe levantar el tapojuntas para este primer lanzado. La segunda capa será de 7,5cm.
- La longitud total de la zona con torcretto será de 1,50m mínimo.

**LEYENDA:**

- T.N.= TERRENO NATURAL
- EJE DE PRESA
- EJE DE DESARENADOR
- EJE VERTEDERO
- EJE DE TOMA
- BORDE DE RIÓ
- ENROCADO

REV.	COMENTARIOS	PREP.	APROB.	FECHA
04	NOTAS GENERALES-CUENCO ENROCADO	RB	DPB.	03/10/14
03	DETALLE DE CIERRE-MURO LATERAL IZQUIERDO	RB	DPB.	29/08/14
02	ACTUALIZACION PLANTA DE PRESA LA PAJA	AQ	DPB.	27/05/14
01	ACTUALIZACION PLANTA DE PRESA LA PAJA	AQ		02/05/14
00	PLANTA DE PRESA LA PAJA	AQ		20/02/14

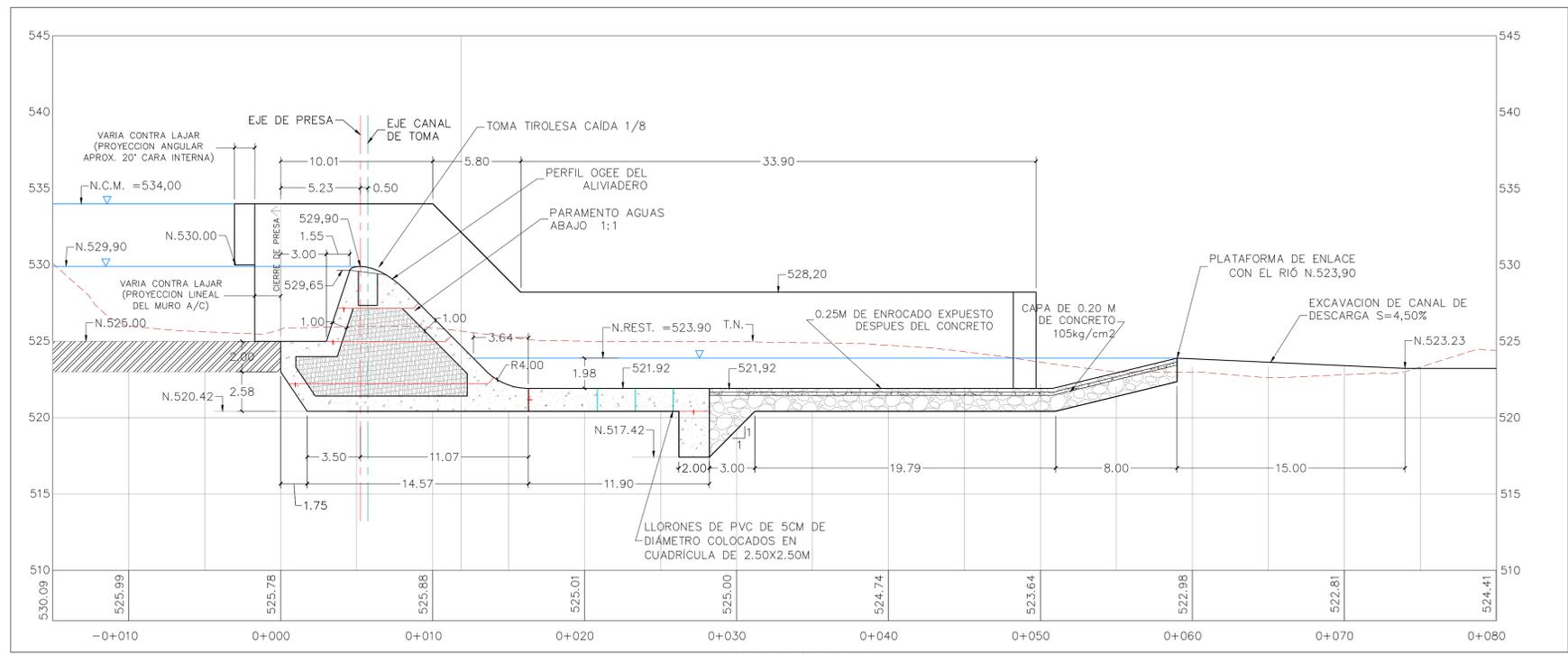
**DESARROLLOS HIDROELÉCTRICOS CORP.**

**PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN ANDRÉS, PANAMA**

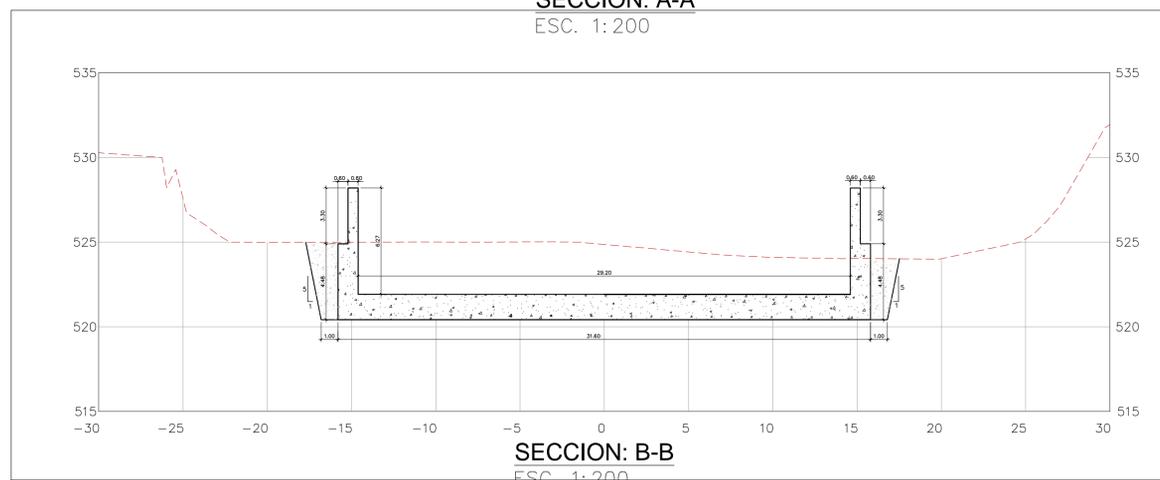
**TÍTULO:**  
**PRESA LA PAJA**  
**DISPOSICION DE HORMIGON**  
**PLANTA GENERAL**

DISENO: <b>ARM</b>	FIRMA: _____	IV DE IDENTIFICACION: <b>SA-LP-PR/OT-HO-01</b>	REVISION: <b>4</b>
REVISO: _____	FIRMA: _____		HOJA: <b>1_DE_6</b>
APROBO: <b>ARP</b>	FIRMA: _____		
FECHA: <b>20_02_2014</b>	ESCALA: <b>INDICADA</b>	<b>ARHSA</b> ARAMOS HIDRO, S.A.	<b>CCC</b> Compañía Chileno de Construcción, S.A.

Este diseño es PROPIEDAD de DESARROLLOS HIDROELÉCTRICOS CORP. San Andrés, Chiriquí, Panamá República de Panamá



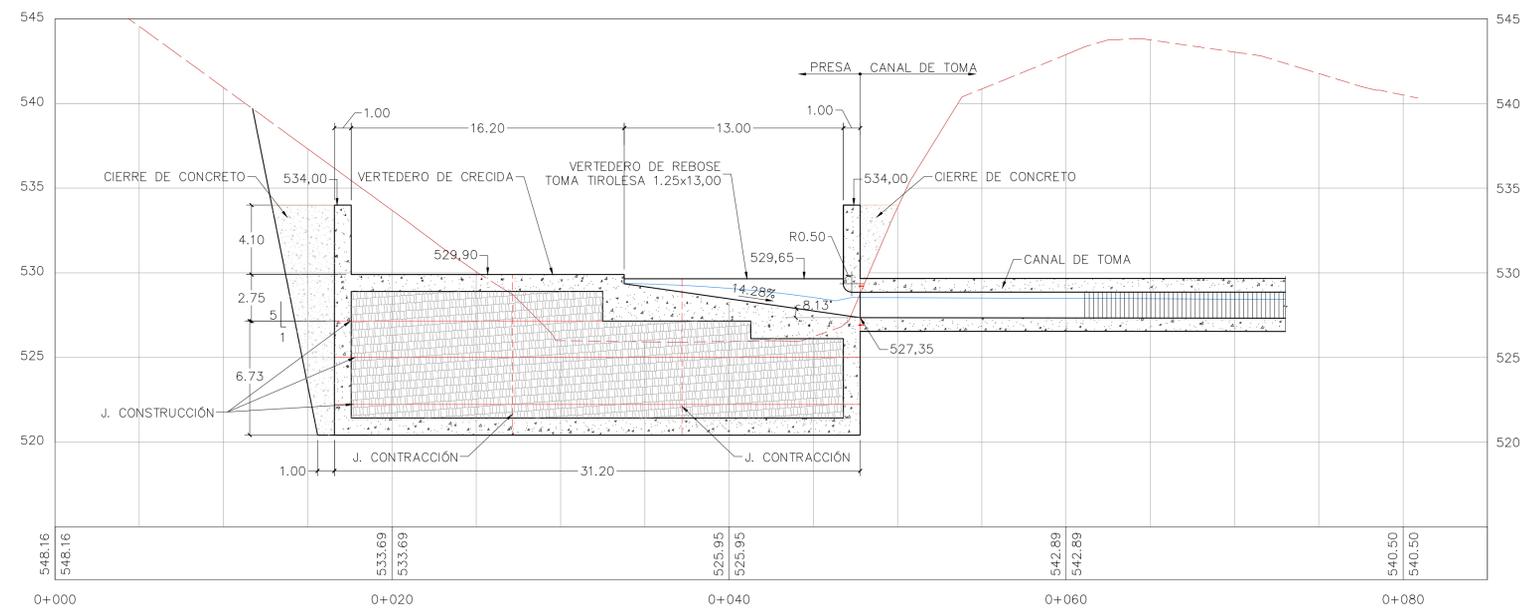
SECCION: A-A  
ESC. 1:200



SECCION: B-B  
ESC. 1:200

**LEYENDA:**

- - - - - T.N.= TERRENO NATURAL
- EJE DE PRESA
- - - - - EJE DE CANAL DE TOMA
- - - - - EJE DE VERTEDERO
- BORDE DE RIÓ
- CONCRETO
- ENROCADO
- CONCRETO CICLÓPEO
- MATERIAL COMPACTADO



SECCION: C-C  
ESC. 1:200

LEYENDA  
VER NOTA GENERALES EN SA-LP-PR/OT-H0-01

REV.	COMENTARIOS	PREP.	APROB.	FECHA
03	CUENCO ENROCADO	RB	DPB.	03/10/14
02	DETALLE DE CIERRE-MURO LATERAL IZQUIERDO	RB	DPB.	29/08/14
01	SECCIONES_PRESA	AQ	DPB.	02/05/14
00	SECCIONES_PRESA	AQ		20/02/14



PROYECTO HIDROELÉCTRICO SAN ANDRÉS, PANAMA  
TITULO:  
**PRESA LA PAJA  
DISPOSICION DE HORMIGON  
SECCIONES**

DISENYO: ARM	FIRMA	Nº DE IDENTIFICACION:	REVISION: 3
REVISO: -	FIRMA	SA-LP-PR/OT-H0-02	HOJA: 2_DE_6
APROBO: ARP	FIRMA	ESCALA:	INDICADA
FECHA: 20_02_2014	INDICADA	ARHSA ARAMOS HIDRO, S.A.	CCC Compañía Colombiana de Construcción, S.A.

Este estudio es PROPIEDAD de  
**DESARROLLOS HIDROELÉCTRICOS CORP.**  
San Andrés, Chiriquí, Panamá  
República de Panamá

## **ANEXO D – ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL RÍO CAÑA BLANCA Y QUEBRADA LA PAJA**

## ANEXO D – Análisis hidráulico de río Caña Blanca y Qda. La Paja

### CONTENIDO

D.1. DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS HIDRÁULICO.....	2
D.1.1. Modelación (HEC-RAS).....	3
D.1.2. Método de Cálculo.....	3
D.1.3. Coeficiente de Rugosidad Manning.....	6
D.2. ANÁLISIS HIDRÁULICO DE CRECIDAS.....	7
D.2.1. Escenarios.....	7
D.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS HIDRÁULICO.....	8
D.3.1. Crecida Ordinaria con Periodo de Retorno de 1:100 años.....	8
D.3.2. Crecida Extraordinaria con Periodo de Retorno de 1:10,000 años.....	11
D.3.3. Colapso Estructural en Operación Normal.....	14
D.3.4. Colapso Estructural en Crecida Extraordinaria.....	15
D.3.5. Cuadros con Resultados de la Onda de las Crecidas.....	16
D.4. MAPAS DE INUNDACION.....	18
D.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	18
D.6. REFERENCIAS.....	19
D.7. ANEXO DIGITAL D.....	20

## D.1. DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS HIDRÁULICO.

Basado en los requerimientos de las Normas de Seguridad de Presa de la ASEP se realiza el análisis hidráulico del río Caña Blanca y quebrada La Paja según los escenarios que apliquen para la presa del PH San Andres debido a la ocurrencia de crecidas durante la operación normal y evento extraordinario, así como el colapso de las estructuras civiles o hidromecánicas. En este análisis se consideró la posible afectación en el área de embalse y la zona aguas abajo de cada presa.

La configuración de la central San Andres tiene dos presas y para el análisis hidráulico se ha considerado que las condiciones de crecidas coinciden para ambas cuencas simultáneamente. En cuanto a los escenarios de rotura se ha considerado solo la presa de Caña Blanca por tener un volumen mayor de embalse mientras que La Paja prácticamente no tiene embalse. Los escenarios recomendados por las Normas de Seguridad de Presa de la ASEP son los siguientes:

- Escenario 1: Crecida Ordinaria 1:100 años (río Caña Blanca 595m<sup>3</sup>/seg) y (quebrada La Paja 297m<sup>3</sup>/seg) ocurriendo simultáneamente.
- Escenario 1: Crecida Extraordinaria 1:10,000 años (río Caña Blanca 1147m<sup>3</sup>/seg) y (quebrada La Paja 572m<sup>3</sup>/seg) ocurriendo simultáneamente
- Escenario 2: Colapso Estructural de la presa Caña Blanca en Operación Normal. La presa La Paja presenta comportamiento normal.
- Escenario 3: Colapso Estructural de la presa Caña Blanca en Crecida Extraordinaria. La presa La Paja también presenta Crecida Extraordinaria.
- Escenario 4: Por Apertura Súbita de Compuerta
  - Ni la presa Caña Blanca ni la presa La Paja tiene control del vertedero con compuertas por lo que no aplica este escenario para ninguna.
- Escenario 5: Falla de Operación de Compuertas De las Estructuras Hidráulicas de Descarga
  - Ni la presa Caña Blanca ni la presa La Paja tiene control del vertedero con compuertas por lo que no aplica este escenario para ninguna.
- Escenario 6: Por Vaciado Controlado o Vaciado Rápido a causa de un problema en la presa
  - La presa La Paja no tiene control de vaciado por lo que no aplica este escenario.
  - La presa Caña Blanca tiene una descarga de fondo, que no es para control de vaciado, pero que su máximo caudal es de 52.50 m<sup>3</sup>/seg, por lo que no amerita un análisis separado.

El análisis hidráulico de los rios nos permitirá determinar las áreas de riesgo en el embalse y hacia aguas abajo del sitio de presa. Con los resultados de este análisis se logra la confección de los mapas de inundación, que brindan información para las alertas en las comunidades aguas abajo de cada presa, ante la eventualidad de alguno de los escenarios simulados.

Los resultados obtenidos al transitar los caudales en cada escenario estarán indicados en los mapas de inundación. Los resultados completos del estudio están incluidos en el Anexo Digital D en CD adjunto a este informe.

### **D.1.1. Modelación (HEC-RAS).**

Se utilizará el modelo HEC-RAS para la modelación del canal natural del río y la simulación de distintos caudales para determinar las zonas de inundación de cada escenario. Este modelo fue desarrollado por, el Hydrologic Engineering Center (HEC), River Analysis System (RAS), del United States Army Corps of Engineers (USACE).

Con HEC-RAS se resuelve el régimen no permanente unidimensional gradualmente variado (variación gradual del caudal en el tiempo y el espacio), obteniéndose la curva de remanso correspondiente a cada instante de tiempo.

El procedimiento del cálculo en régimen permanente (caudal constante) se basa en la resolución de la ecuación de la energía unidimensional y permanente (Ecuación de Bernoulli), evaluando las pérdidas por fricción mediante la fórmula de Manning, y las pérdidas de contracción-expansión mediante coeficientes que multiplican la variación del término de velocidad. En las secciones en que se produce un régimen rápidamente variado (resalto hidráulico, confluencias, etc.) emplea para su resolución, la ecuación de la conservación de la cantidad de movimiento.

El modelo HEC-RAS también nos permitirá permitir pronosticar la dinámica de los niveles de agua en los extremos de inundación, definiendo las cotas de inundación a través de perfiles transversales, simulando de manera aproximada el comportamiento de la dinámica del recurso hídrico y del cauce con características de: Secciones mojadas variables con cualquier geometría a lo largo del cauce, distintas profundidades del agua y con caudal variable a lo largo del cauce con efectos hidráulicos debido a obstáculos transversales naturales o artificiales en el cauce. Además, conocer los tiempos de viaje de la onda de crecida mediante la resolución, en régimen no permanente, de las ecuaciones diferenciales de continuidad y conservación del momentum mediante el esquema implícito de diferencias finitas.

### **D.1.2. Método de Cálculo.**

Para la aplicación del modelo HEC-RAS, se siguieron los siguientes pasos:

**1 Paso:** Se creó un modelo digital de elevaciones en CIVIL 3D, el cual contiene información geoespacial, los atributos de elevación, estructuras existentes del área en estudio, ríos secundarios y geometría de las secciones transversales del cauce principal, etc.

Para crear este modelo digital de elevaciones se utilizaron los siguientes archivos:

- Planos como construidos de la PH San Andres
- Archivo de la demografía del área en estudio del departamento de Cartografía de la Contraloría General de la República, año 2010.
- Data digital de Google Earth, para obtener información de estructuras existentes.

**2. Paso:** Aplicar la modelación de flujo permanente con el modelo HECRAS 4.1.0. Con el modelo matemático se llevó a cabo el control de crecidas y la rotura súbita de la presa, poniéndolos a pruebas con los valores obtenidos en los caudales dados por los estudios hidrológicos, el cual posteriormente se transitó en régimen permanente por las planicies de inundación y así determinar las profundidades máximas alcanzadas.

Los datos necesarios para la caracterización hidráulica de cada tramo de estudio se han agrupado en los siguientes tipos:

**Geométricos:** secciones transversales sobre el modelo digital del terreno de las áreas potenciales de inundación, a cada 100m. y secciones transversales como construido del canal de aducción.

**Coefficiente de pérdidas:** se han obtenido de la cobertura, visita al área para caracterizar las planicies de inundación, fotos y documentación especializada.

**Condiciones del contorno:** En el Cuadro N° D1, se indican las siguientes condiciones para la modelación:

**Cuadro N° D1 - Características Hidráulicas de Análisis**

Condición	Descripción
Geometría	Planos como Construido y Cartografía
Coefficiente de Rugosidad de Manning	Ver Cuadro N° D3
Tipo de Modelación	Flujo Permanente
Condición de Borde	<u>Presa La Paja:</u> Nivel de Operación Normal (529.90 msnm) y de operación Extraordinaria (534.00 msnm) <u>Presa Caña Blanca:</u> Nivel de Operación Normal (530.00 msnm) y de operación Extraordinaria (534.00 msnm) <u>Zonas de Inundación:</u> Profundidad Normal o Embalse dependiendo del escenario; pendiente promedio $S= 0.004$ m/m

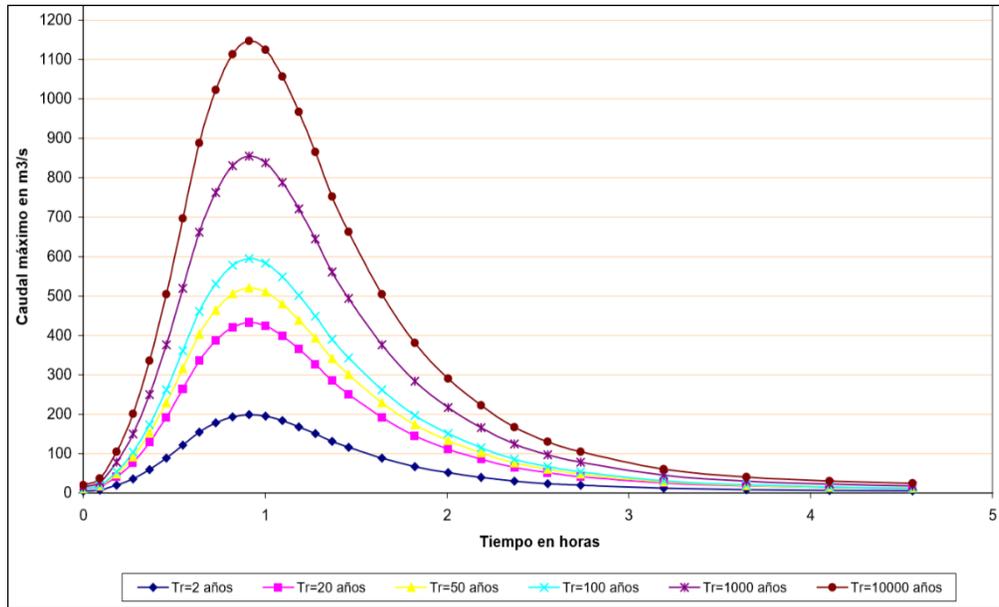
**Caudales Regulados:** Los caudales que se introducen en el programa corresponden a los mostrados en los reportes Hidrológicos para el río Caña Blanca y Quebrada La Paja en el sitio de Presa.

A continuación, en los gráficos N°D1 y D2, se muestran los hidrogramas con los valores de caudales de diseño.

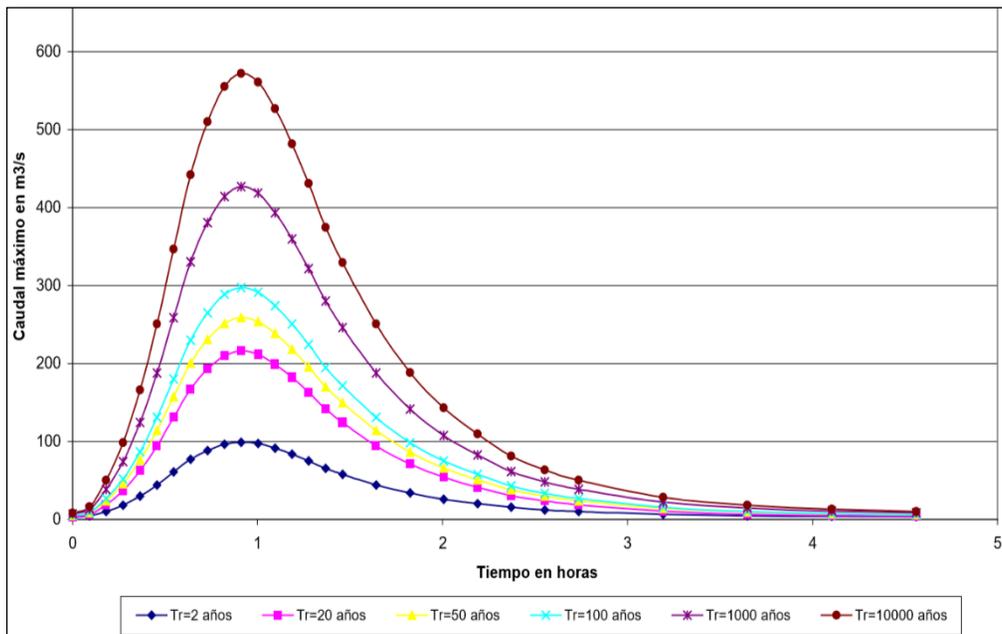
**Cuadro N° D2 - Crecida de Diseño**

Intervalo de Recurrencia (Años)	Caudal Max. La Paja (m <sup>3</sup> /s)	Caudal Max. La Paja (m <sup>3</sup> /s)
100	595	297
10,000	1147	572

**Gráfica N° D1 - Hidrograma de entrada a la presa Caña Blanca**



**Gráfica N° D2 - Hidrograma de entrada a la presa La Paja**



### D.1.3. Coeficiente de Rugosidad Manning.

Para el caso de las planicies de inundación cercanas a las zonas de rotura del canal de aducción se estimó un coeficiente de manning único, utilizando la siguiente metodología:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) * m_5 \quad \text{Ecuación (1)}$$

En el cuadro N° D3 se indican los valores que pueden tomar cada parámetro, según las condiciones. Sin embargo, el valor escogido para el diseño dependerá de las condiciones que se observen en campo y de acuerdo al criterio del diseñador.

**Cuadro N° D3 - Coeficientes Para la Fórmula de Manning**

Condiciones del Canal		Valores	
Material involucrado	Tierra	n <sub>0</sub>	0.020
	Corte en Roca		0.025
	Grava Fina		0.024
	Grava Gruesa		0.028
Grado de irregularidad	Suave	n <sub>1</sub>	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la sección transversal	Gradual	n <sub>2</sub>	0.000
	Ocasionalmente Alterada		0.005
	Frecuentemente Alterada		0.010-0.015
Efecto relativo de las obstrucciones	Insignificantes	n <sub>3</sub>	0.000
	Menor		0.010-0.015
	Apreciable		0.020-0.030
	Severo		0.040-0.060
Vegetación	Baja	n <sub>4</sub>	0.005-0.010
	Media		0.010-0.025
	Alta		0.025-0.050
	Muy alta		0.050-.100
Grado de los efectos por meandros	Menor	m <sub>5</sub>	1.000
	Apreciable		1.150
	Severo		1.300

De acuerdo a la configuración observada en campo de estas zonas, se han establecido los coeficientes de rugosidad para las planicies de inundación igual a **n = 0.03**.

**3 paso:** Generar los resultados de la mancha de agua, superficies de inundación y grids de profundidad.

A continuación, el esquema conceptual de la modelización propuesta utilizando el modelo HEC-RAS 4.1.0

## D.2. ANÁLISIS HIDRÁULICO DE CRECIDAS.

Las normas de seguridad de presa de la ASEP establecen los escenarios que deben ser completados para las presas en operación. Estos escenarios contemplan eventos ordinarios y extraordinarios como crecidas y además eventos anormales como la falla en operación de estructuras y equipos electromecánicos.

Los resultados de los cálculos hidráulicos con el programa HEC-RAS para los escenarios analizados se presentan en los cuadros de tiempo de llegada de la onda. Los demás resultados están incluidos en el Anexo Digital D.

### D.2.1. Escenarios.

A continuación, se detallan cada uno de los escenarios analizados:

- Escenario 0: Crecida Ordinaria 1:100 años.
- Escenario 1: Crecida Extraordinaria 1:10,000 años.
- Escenario 2: Colapso Estructural en Operación Normal.
- Escenario 3: Colapso Estructural en Crecida Extraordinaria.

**Colapso Estructural de la Presa:** Se analiza solamente el colapso estructural de la presa Caña Blanca la cual tiene un volumen aproximado de 116000 m<sup>3</sup>. No se realizó este escenario para la presa La Paja porque es una presa sin embalse. Pero se considera el aporte de las crecidas de la quebrada La Paja en el análisis hidráulico la quebrada Caña Blanca.

**Cuadro N° D4 – Escenarios analizados para emergencias**

Casos de ASEP	Escenarios Basados en la Norma ASEP	Escenario Análogo	Caudal Max.
1	Crecida Ordinaria con Periodo de Retorno de 1:100 años.	Escenario 0	892
1	Crecida Extraordinaria con Periodo de Retorno de 1:10,000 años.	Escenarios 1	1719
2	Colapso Estructural de Zona Central de Presa en Operación Normal.	Escenarios 2	450
3	Colapso Estructural de Zona Central de Presa en Crecida Extraordinaria.	Escenarios 3	1597

### D.3. RESULTADOS DEL ANÁLISIS HIDRÁULICO.

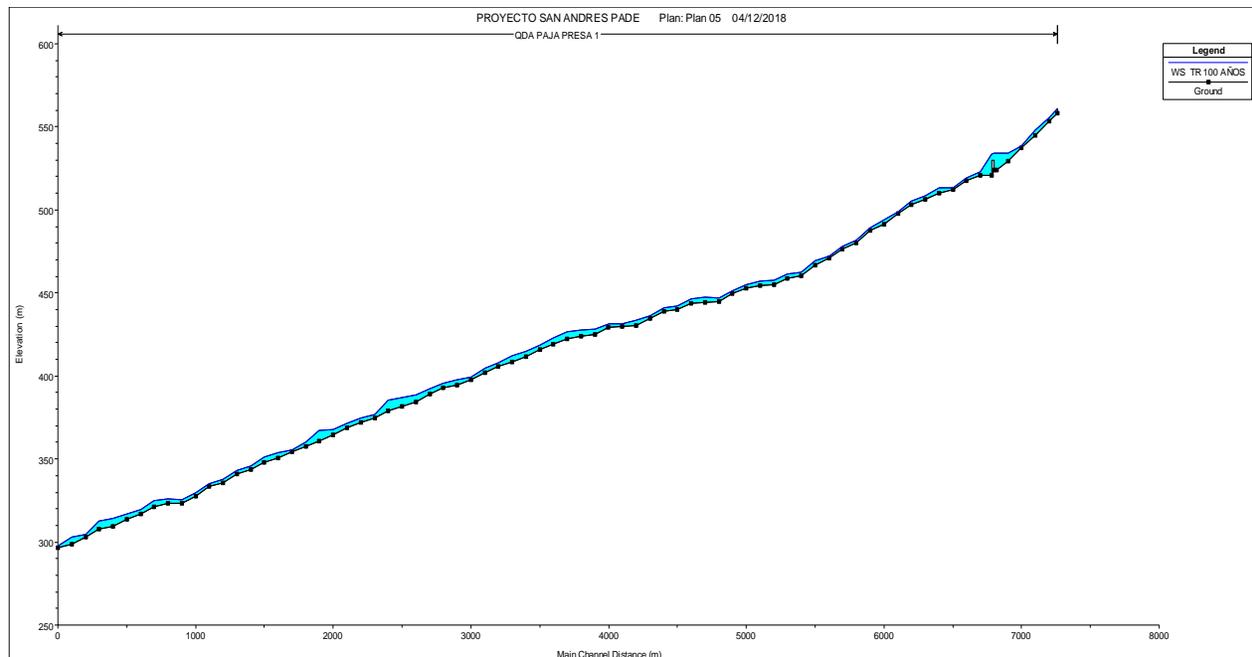
Los archivos de datos y los archivos de resultados del análisis hidráulico completo para los escenarios analizados se presentan en el Anexo Digital D.

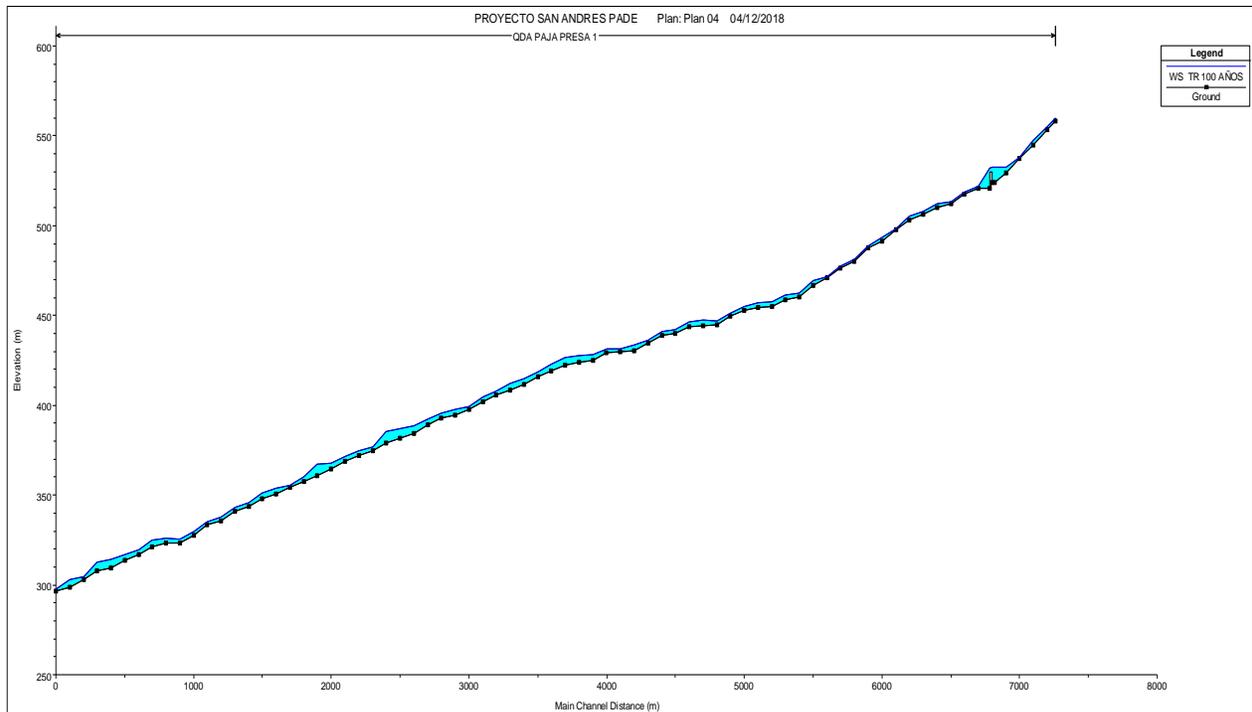
#### D.3.1. CRECIDA ORDINARIA CON PERIODO DE RETORNO DE 1:100 AÑOS.

El HEC-RAS genera los resultados en diferentes formatos, mediante representaciones gráficas y por tablas de resultados. En la figura N°D1 se presenta el perfil del río y en la figura N°D2 es el isométrico generado gráficamente para la crecida ordinaria 1:100 años.

En el Anexo Digital D, se presentan todos los resultados evaluados.

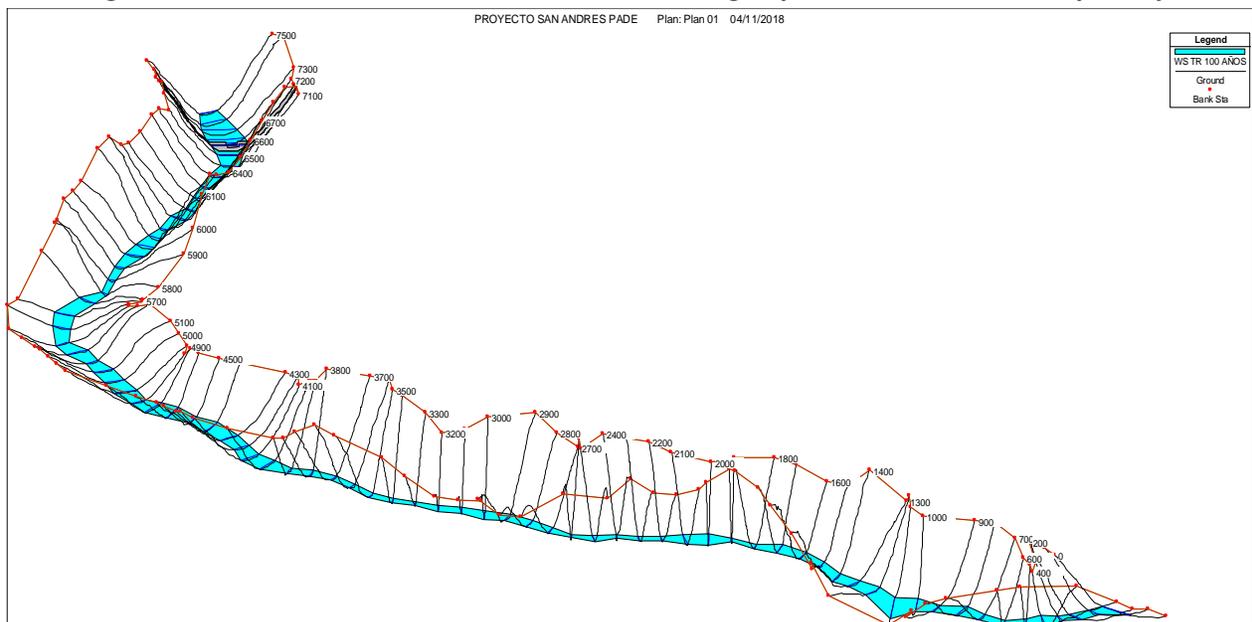
**Figura N° D1 - Escenario 1: Perfil longitudinal de Niveles de Agua Caña Blanca y La Paja**

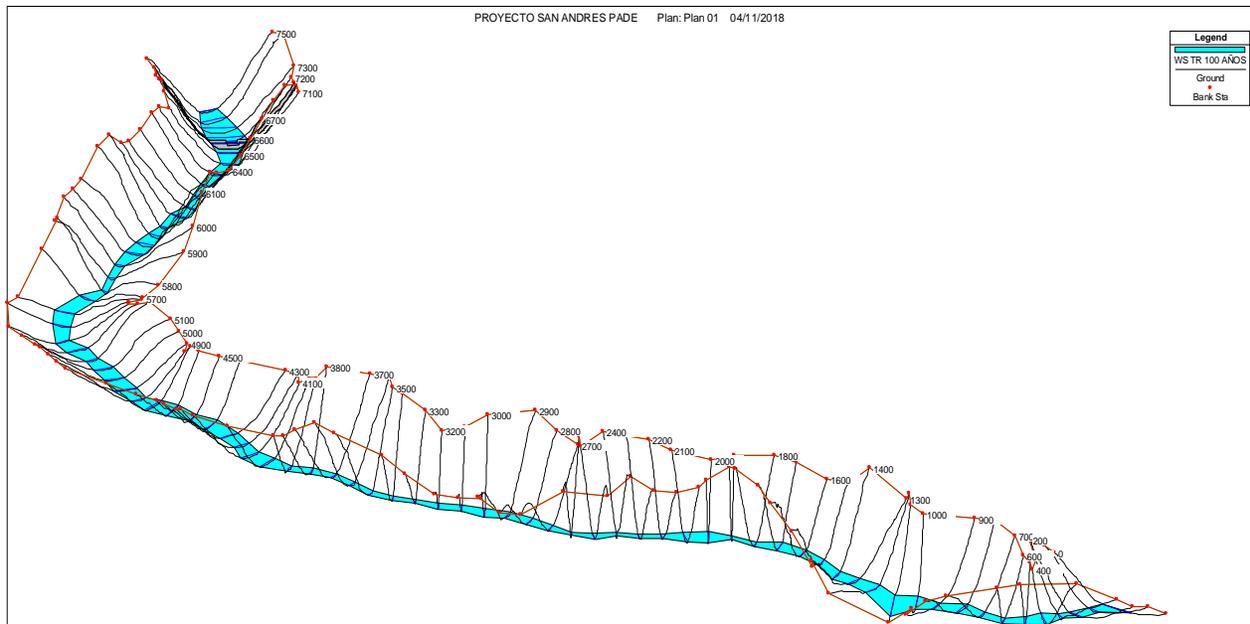




En la siguiente imagen se presenta el espectro de la salida de la crecida 1:00 años por el vertedero presentando las secciones y nivel de agua.

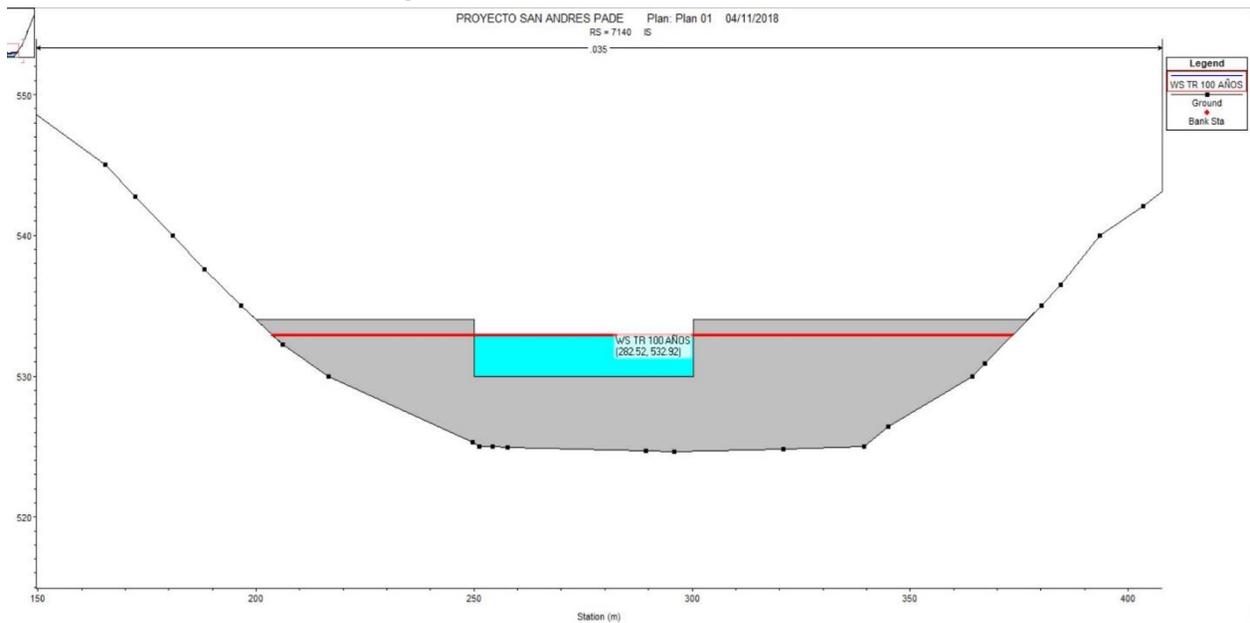
**Figura N° D2 - Escenario 0: Isométrico de niveles de agua y secciones Caña Blanca y La Paja**

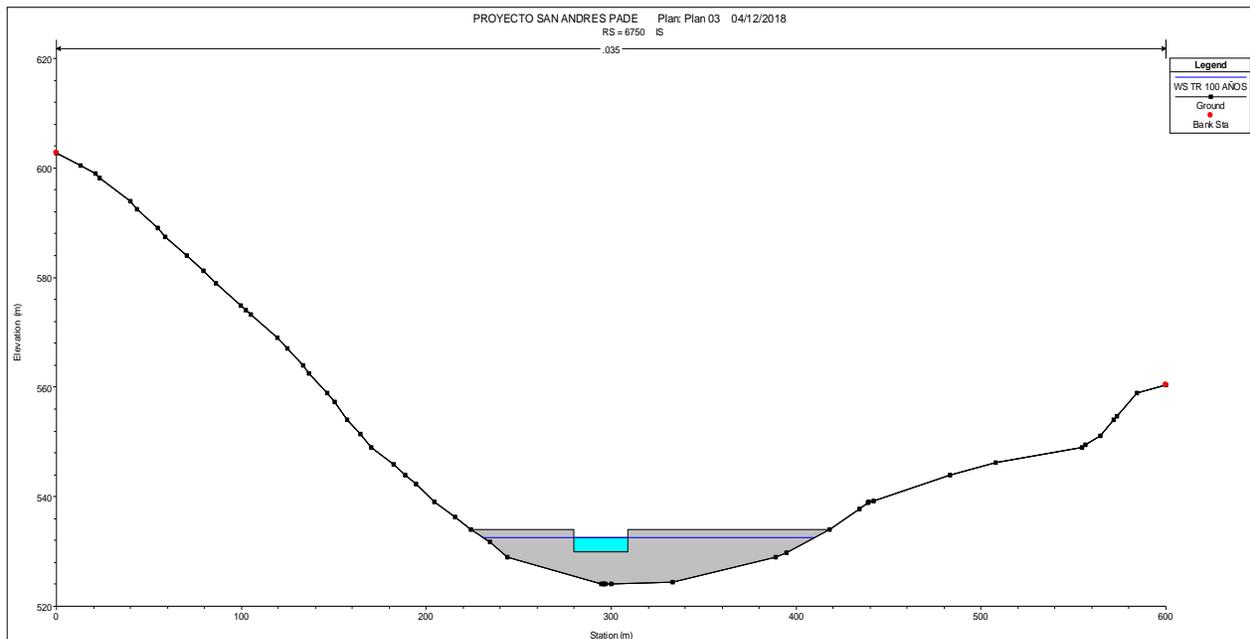




En la figura D3 se presenta la sección transversal de la presa durante el paso de la crecida 1:100 años. En el Anexo Digital D, se presentan todas las secciones que se generaron para este análisis y los resultados obtenidos del programa HEC-RAS.

**Figura N° D3 - Crecida en el Sitio de Presa**



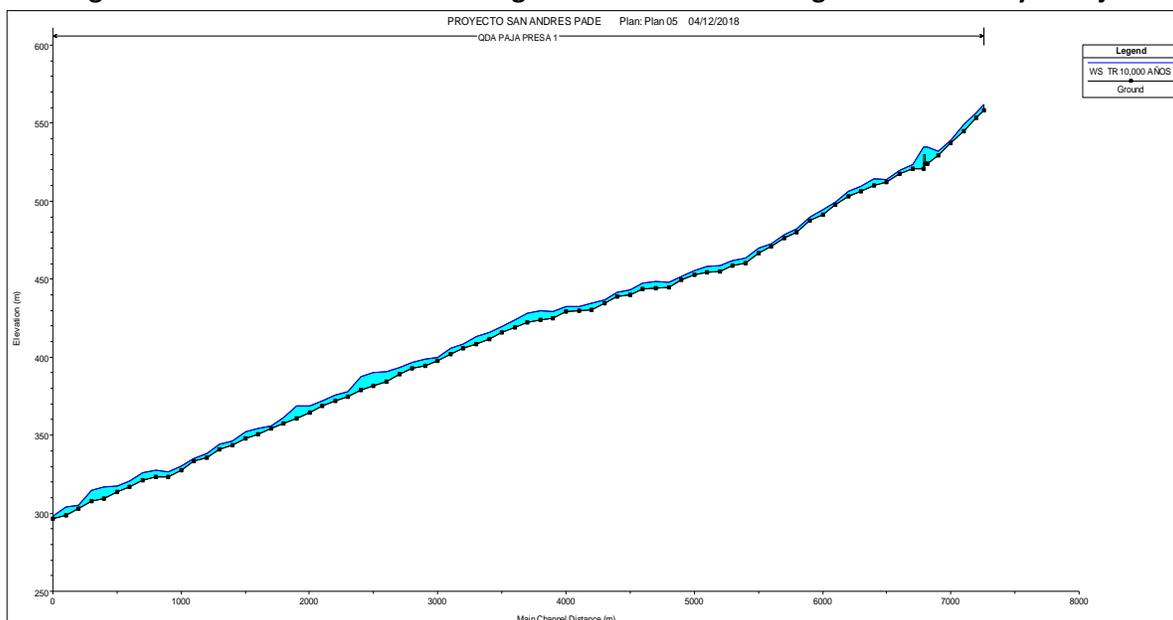


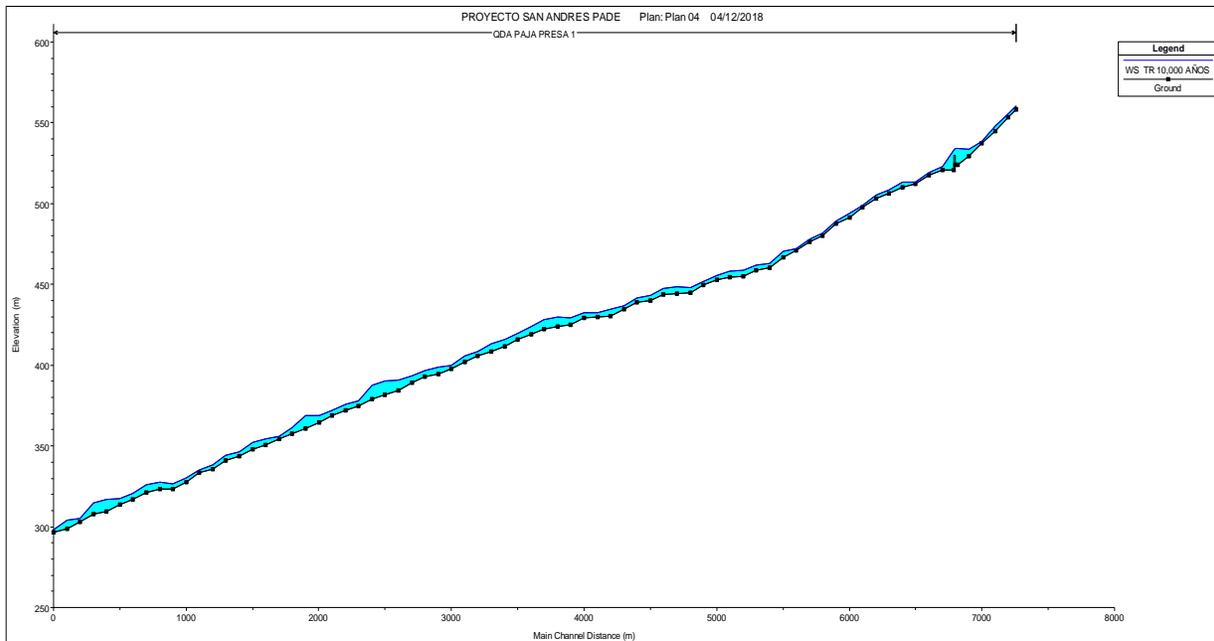
### D.3.2. Crecida Extraordinaria con Periodo de Retorno de 1:10,000 años.

El HEC-RAS genera los resultados en diferentes formatos, mediante representaciones gráficas y por tablas de resultados. En la figura N°D4 se presenta el perfil del río durante el paso de una crecida extraordinaria 1:10,000 años.

En el Anexo Digital D, se presentan todos los resultados evaluados.

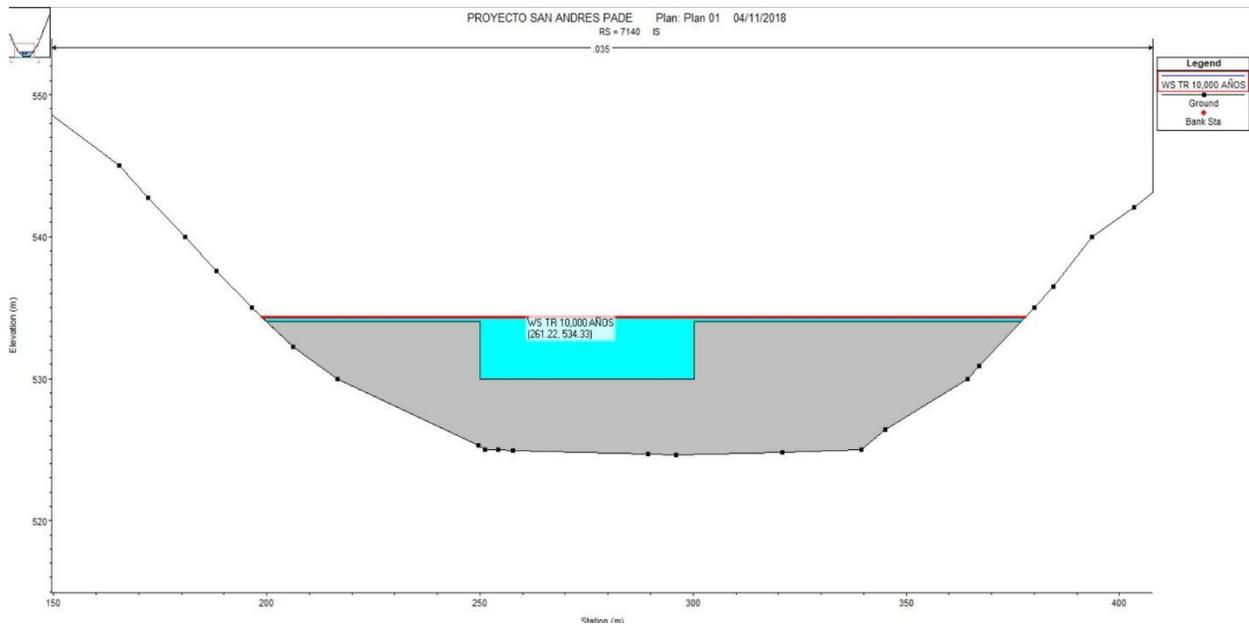
**Figura N° D4 - Escenario 1: Perfil longitudinal de Niveles de Agua Caña Blanca y La Paja**

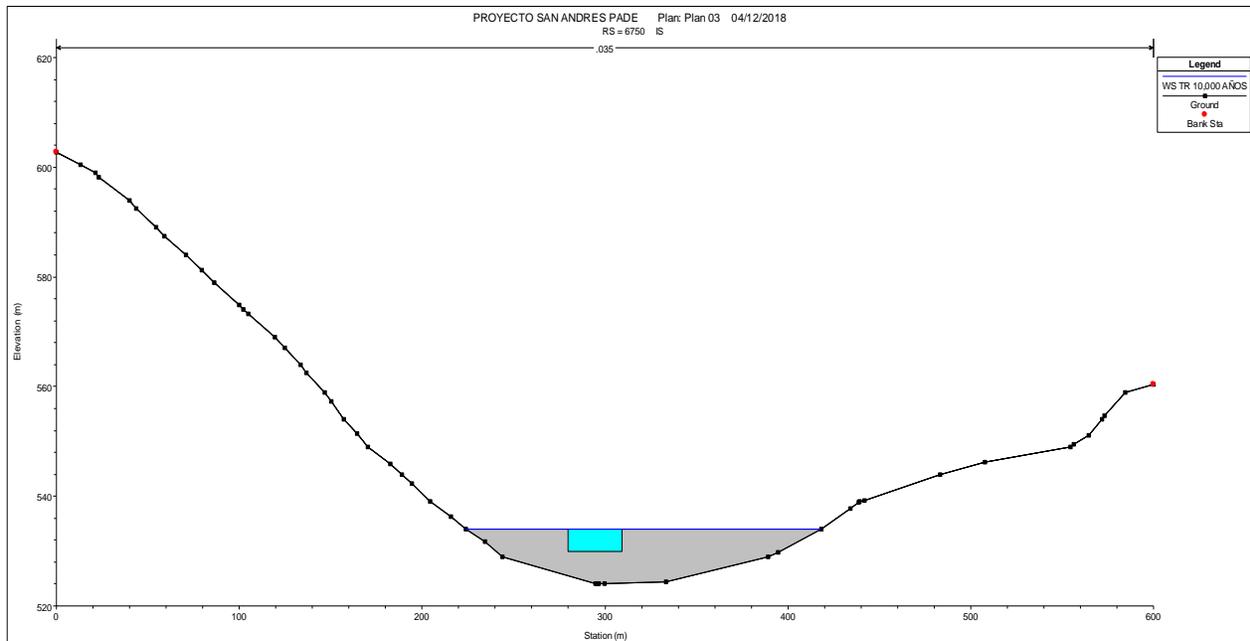




En la figura D5 se presenta la sección transversal de la presa durante el paso de la crecida 1:10,000 años.

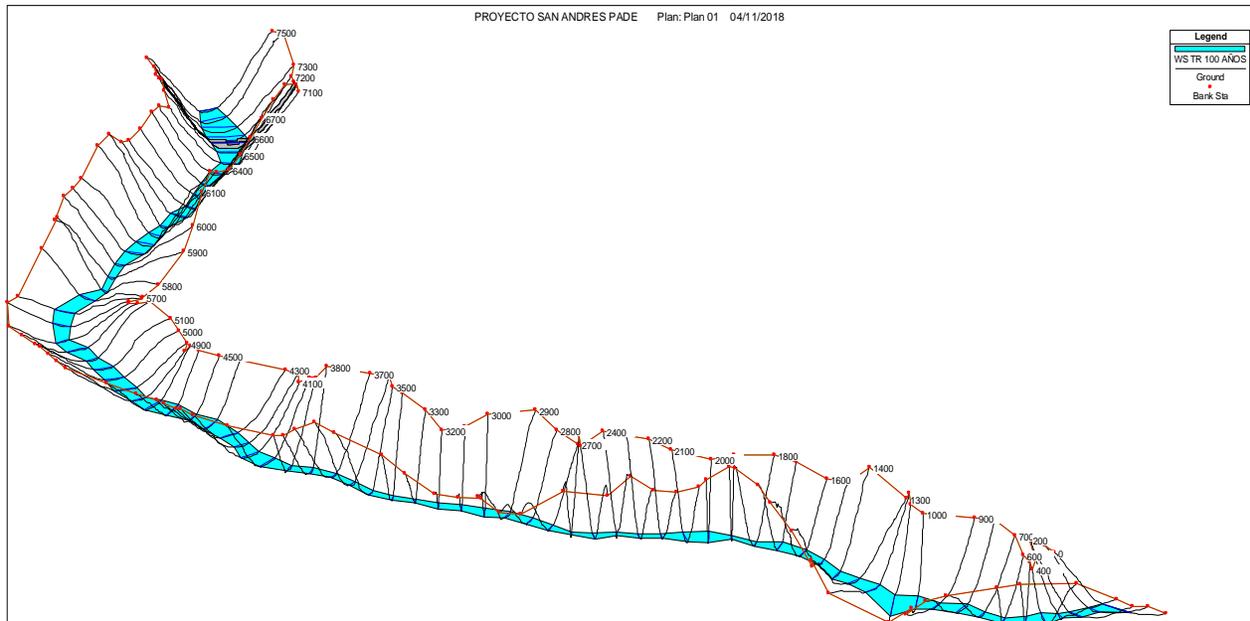
**Figura N° D5 Crecida en el Sitio de Presa Caña Blanca y La Paja**

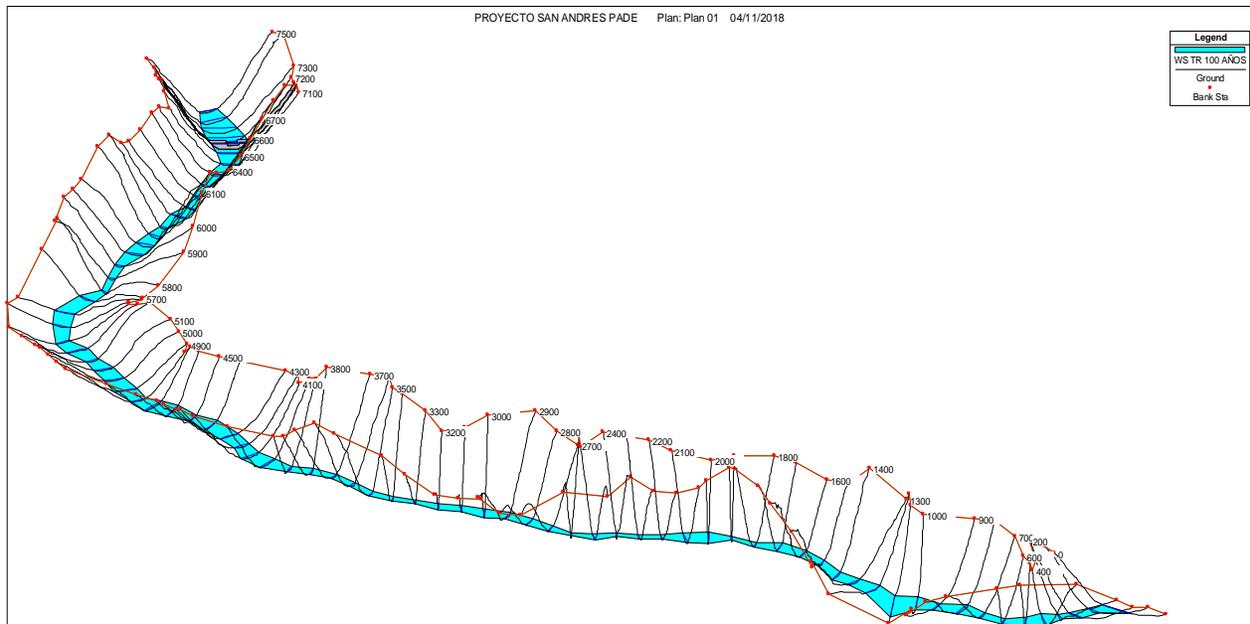




La figura N°D6 es el isométrico generado gráficamente para la crecida ordinaria 1:10,000 años.

**Figura N° D6 - Escenario 1: Isométrico de niveles de agua y secciones Caña Blanca y La Paja**

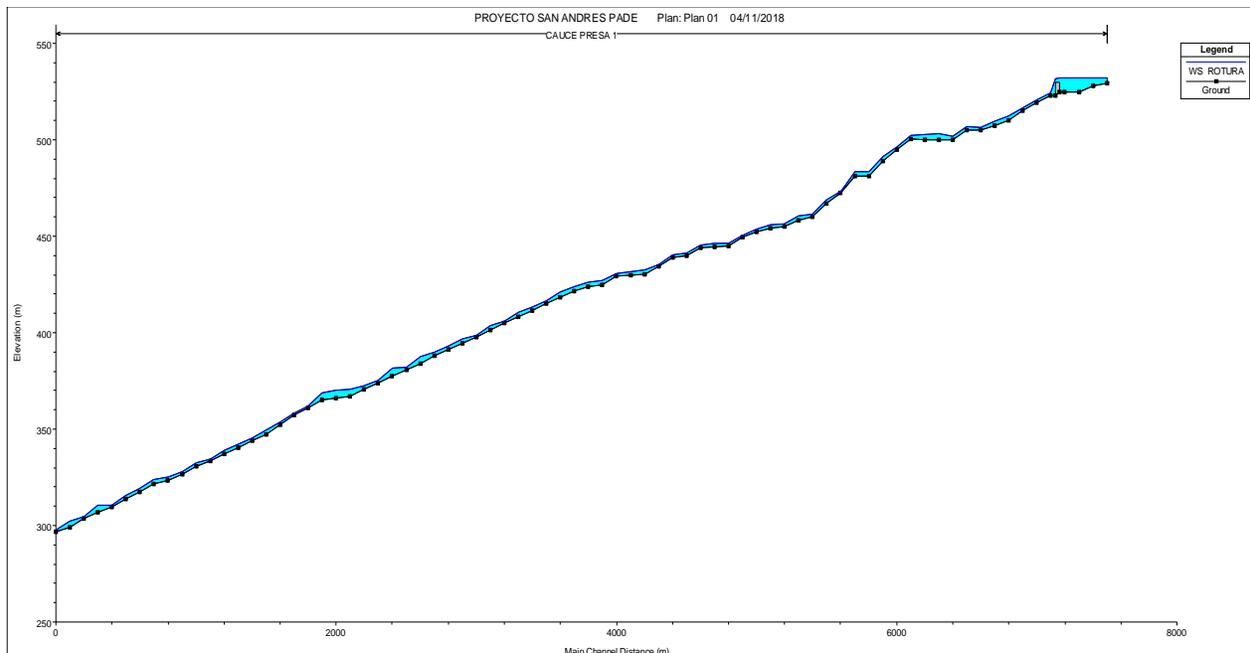




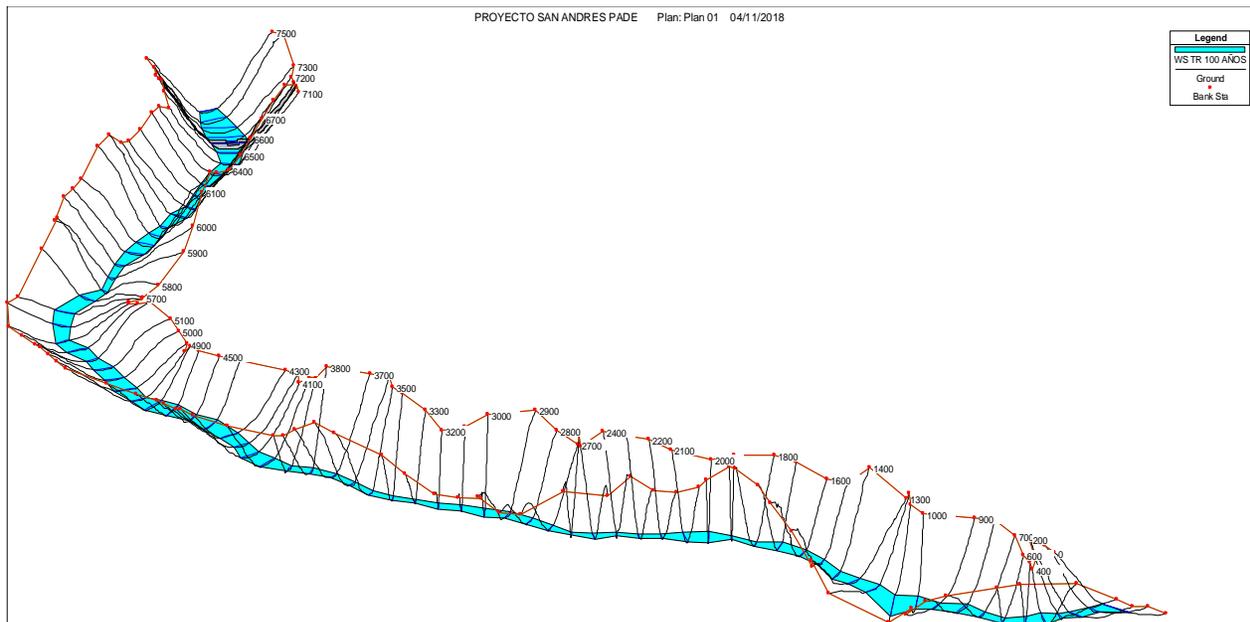
### D.3.3. Colapso Estructural en Operación Normal.

El HEC-RAS genera los resultados en diferentes formatos, mediante representaciones gráficas y por tablas de resultados. En la figura N°D7 se presenta el perfil del río cuando ocurre la falla de la presa durante su operación normal.

**Figura N° D7 - Escenario 3: Perfil longitudinal de Niveles de Agua Caña Blanca**



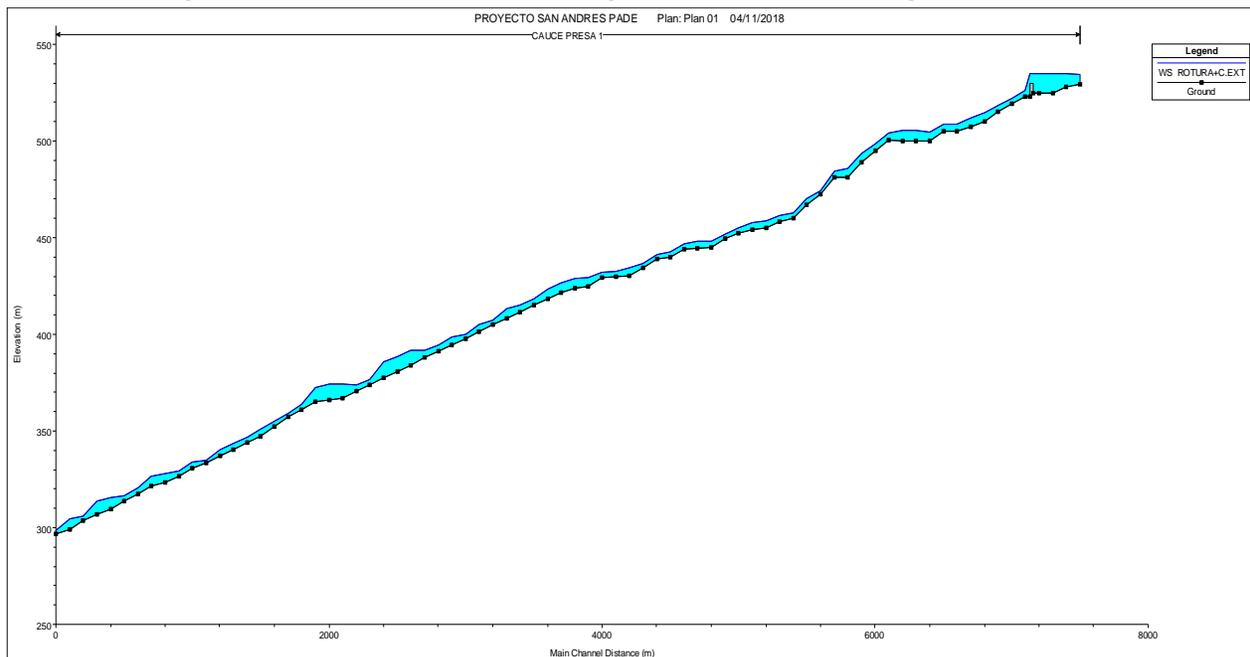
**Figura N° D8 - Escenario 2: Isométrico de niveles de agua y secciones Caña Blanca**



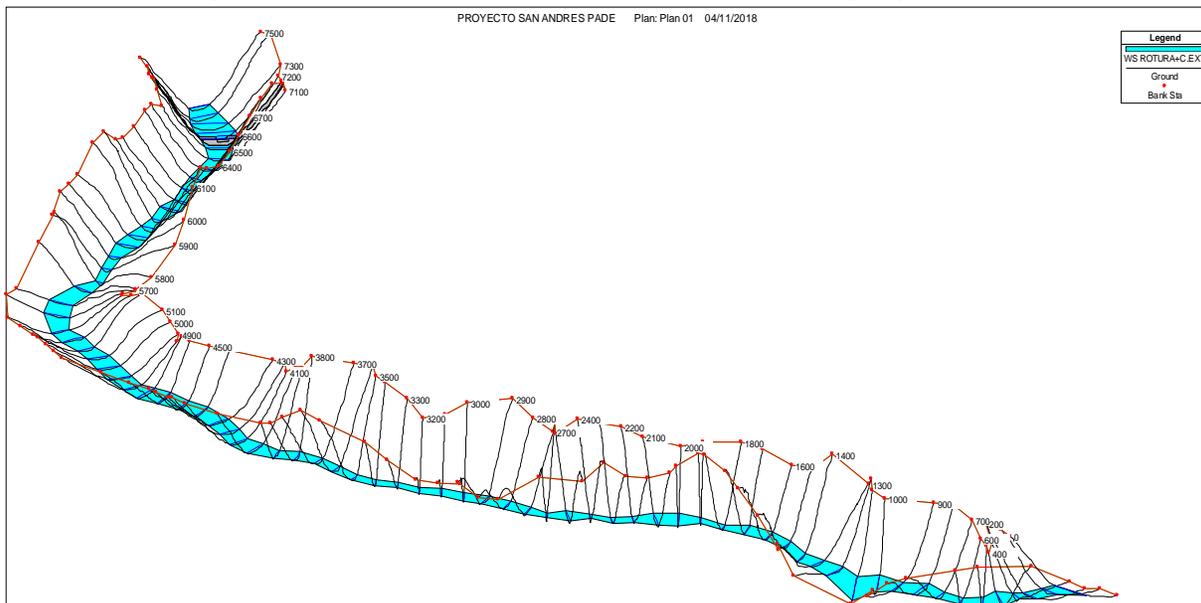
### D.3.4. Colapso Estructural en Crecida Extraordinaria.

El HEC-RAS genera los resultados en diferentes formatos, mediante representaciones gráficas y por tablas de resultados. En la figura N°D9 se presenta el perfil del río cuando ocurre la falla de la presa durante el paso de una crecida extraordinaria.

**Figura N° D9 - Escenario 3: Perfil longitudinal de Niveles de Agua Caña Blanca**



**Figura N° D10 - Escenario 3: Isométrico de niveles de agua y secciones**



### D.3.5. Cuadros con Resultados de la Onda de las Crecidas

Con los datos obtenidos del HEC-RAS se puede determinar la onda de crecida hasta las secciones después de la confluencia del río Caña Blanca y el río Chiriquí Viejo.

**Cuadro N° D7 – Escenario 0 para una crecida normal de 1:100 años**

TABLA DE TIEMPO				
ESTACION	TIEMPO		TIRANTE	ELEV.
	km	hora	minuto	metros
MSNM				
<b>CAÑA BLANCA</b>				
PRESA	0	0	4.33	534.33
1.0	0	4	2.44	502.74
2.0	0	6	2.76	557.00
3.0	0	9	2.04	431.66
4.0	0	12	2.83	404.38
5.0	0	14	5.85	372.83
6.0	0	18	1.11	334.65
7.1	0	22	1.34	298.27
<b>LA PAJA</b>				
PRESA	0	0	2.65	532.55
1.0	0	4	1.35	477.53
2.0	0	6	2.80	447.28
3.0	0	9	4.34	426.75
4.0	0	12	3.13	392.49

5.0	0	14	1.25	355.45
6.0	0	18	3.65	324.67
7.1	0	22	1.28	297.71

**Cuadro N° D8 – Escenario 1 para una crecida normal de 1:10,000 años**

<b>TABLA DE TIEMPO</b>				
<b>ESTACION</b>	<b>TIEMPO</b>		<b>TIRANTE</b>	<b>ELEV.</b>
<b>km</b>	<b>hora</b>	<b>minuto</b>	<b>metros</b>	<b>MSNM</b>
<b>CAÑA BLANCA</b>				
PRESA	0	0	4.33	534.33
1.0	0	3	3.40	503.70
2.0	0	5	3.62	457.86
3.0	0	8	2.97	432.59
4.0	0	10	3.66	405.21
5.0	0	12	8.00	374.98
6.0	0	15	1.42	334.96
7.1	0	17	1.77	298.70
<b>LA PAJA</b>				
PRESA	0	0	4.10	534.00
1.0	0	3	1.69	477.87
2.0	0	5	3.88	448.36
3.0	0	8	6.07	428.48
4.0	0	10	4.21	393.57
5.0	0	12	1.74	355.94
6.0	0	15	5.13	326.15
7.1	0	19	1.70	298.13

**Cuadro N° D9 – Escenario 2 falla por colapso para una crecida normal de 1:100 años**

<b>TABLA DE TIEMPO</b>				
<b>ESTACION</b>	<b>TIEMPO</b>		<b>TIRANTE</b>	<b>ELEV.</b>
<b>km</b>	<b>hora</b>	<b>minuto</b>	<b>metros</b>	<b>MSNM</b>
PRESA	0	0	0.00	530.00
1.0	0	5	1.86	502-16
2.0	0	7	1.97	456.21
3.0	0	11	2.15	431.77
4.0	0	15	2.16	403.71
5.0	0	17	4.04	371.02
6.0	0	22	0.87	334.41
7.1	0	25	1.04	297.97

**Cuadro N° D10 – Escenario 3 falla por colapso para una crecida normal de 1:10,000 años**

TABLA DE TIEMPO				
ESTACION	TIEMPO		TIRANTE	ELEV.
km	hora	minuto	metros	MSNM
PRESA	0	0	4.33	534.33
1.0	0	3	3.88	504.18
2.0	0	5	3.51	457.75
3.0	0	7	2.84	432.46
4.0	0	10	3.55	405.10
5.0	0	12	7.73	374.71
6.0	0	15	1.38	334.92
7.1	0	18	1.72	298.65

#### **D.4. MAPAS DE INUNDACION**

Para la confección y presentación de los mapas de inundación para los diferentes escenarios se seguirán los siguientes procedimientos:

- Topografía del área en estudio generada con Gopal Mapper V.16.1.0 y Uso del Google Earth, para obtener información de Fotografías Aéreas del terreno.
- Sobre la base cartográfica preparada con la documentación recolectada, según se indica en la sección D.1.2, se ha representado las cotas (área de inundación) que alcanzarían las crecidas para los distintos escenarios analizados.
- Se han preparado los mapas de inundación correspondientes a los dos escenarios analizados.
- Se han colocado de manera espaciada el tiempo y la altura del tirante de agua que alcanzaría a lo largo del río Caña Blanca y Quebrada La Paja.
- Sobre los mapas de inundación se han indicado las rutas de evacuación y las zonas seguras en caso de emergencia de crecidas.

En el Anexo B se presentan copias impresas de los Mapas de Inundación y en el Anexo Digital D se presentan copias digitales en formato PDF y ACAD.

#### **D.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

El análisis de los resultados nos permite concluir lo siguiente:

Es necesario verificar en sitio los niveles de las estructuras temporales y los poblados que se ven afectados ante el paso de las crecidas extremas y el colapso de la presa. Se tomarán acciones para proteger ó emplazar las viviendas que presenten un alto riesgo.

Como recomendaciones se sugiere:

Se requiere actualización, solo de los datos de las personas de contacto en el Flujo de Comunicación y el Directorio de Contactos del ANEXO E.

## **D.6. REFERENCIAS.**

### **Textos y Manuales**

1. USA Geological Survey Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients.
2. Clasificación de presas y evaluación del riesgo con el modelo HEC-RAS, España.
3. Hidráulica de Canales, Ven Te Chow.
4. Clasificación de presas y evaluación del riesgo con el modelo HEC-RAS, España.
5. Norma Para la Seguridad de Presas. Autoridad de los Servicios Públicos de la República de Panamá (ASEP) septiembre 2010.
6. Victor M. Ponce, M.ASCE1; Ahmad Taher-shamsi2; and Ampar V. Shetty3
7. Dam-Breach Flood Wave Propagation Using Dimensionless Parameters
8. Bruce W. Harrington, P.E. MD Dept. of The Environment Dam Safety Division
9. HAZARD CLASSIFICATIONS & DANGER REACH STUDIES FOR DAMS By
10. Utah State University and RAC Engineers & Economists.
11. Sanjay S. Chauhan1, David S. Bowles2 and Loren R. Anderson3
12. REASONABLE ESTIMATES FOR USE IN BREACH MODELING
13. DO CURRENT BREACH PARAMETER ESTIMATION TECHNIQUES PROVIDE
14. ManualBasico\_HEC-RAS313\_HEC-GeoRAS311\_español.
15. CLASIFICACIÓN DE PRESAS Y EVALUCIÓN DEL RIESGO CON EL PROGRAMA HEC-RAS.
16. HEC-GeoRAS42\_UsersManual
17. Programa HEC\_RAS. Hidrologic Engineering Center River analysis system 4.1.0 Jan 2010 HEC-RAS. Devoleped by the U.S. Army Corps Engineers
18. Dam Break Flood Analysisi Bulletin 111
19. Open Channel Hydraulics, Vente Chow.
20. Guía Técnica de Seguridad de Presas No. 4 – Avenida de proyecto. Comité Nacional Español del Grandes Presas.
21. HEC-RAS, River Analysis System. User's Manual. US Army Corps of Engineers.
22. Manual de Requisitos para Revisión de Planos. Ministerio de Obras Públicas.
23. Manual de Hidráulica. Horace William King.

## D.7. ANEXO DIGITAL D.

### ANEXO DIGITAL (en CD)

Nombre del Archivo	Descripción	Tipo de Archivo
Directorio: Mapa de Inundación	Mapas de Inundación	
- ANEXO B.1	- Mapa Localización General	PDF
- ANEXO B.2	- Escenario 0, Mapa de Inundación Crecida Ordinaria con Periodo de Retorno de 1:50 años.	PDF
- ANEXO B.3	- Escenario 1, Mapa de Inundación Crecida Extraordinaria con Periodo de Retorno de 1:10000 años.	PDF
- ANEXO B.4	- Escenario 2, Mapa de Inundación Colapso Estructural en Operación Normal.	PDF
- ANEXO B.5	- Escenario 3, Mapa de Inundación Colapso Estructural en Crecida Extraordinaria	PDF
- Mapas General PH San Andres	Mapa de Localización General y de Inundación	ACAD
Directorio: Memoria de Cálculo HEC-RAS		
- Secciones Transversales	- Secciones Transversales del HECRAS	PDF
- Resultados de PH San Andres.	- Tablas de Resultados del HECRAS PH San Andres	EXCEL
Directorio: Reporte		
Reporte PADE, PH San Andrés, 2018	- Reporte plan de Acción Durante Emergencia y Anexos	PDF

## **ANEXO E – DIRECTORIO DE CONTACTOS ALTERNATIVOS**

## ANEXO E - DIRECTORIO DE CONTACTOS ALTERNATIVOS

En caso de no poderse contactar a la persona responsable que se menciona en el flujo de comunicación para la declaración de la respectiva alerta se debe proceder a comunicar al superior jerárquico.

INSTITUCION O EMPRESA	NOMBRE	CARGO	CONTACTO
DESARROLLOS HIDROELÉCTRICOS, CORP	Harmodio Araúz	Gerente General	Oficina: 270-2511 Celular: 6678-1805 Correo: harauz@abcoenergy.com.pa
DESARROLLOS HIDROELÉCTRICOS, CORP	German Atencio	Gerente de Planta	Oficina: 730-3724/ 730-3531 Celular: 6692-9554 Correo: german.atencio@hotmail.es
DESARROLLOS HIDROELÉCTRICOS, CORP	German Atencio	Gerente de Operaciones	Oficina: 730-3724/ 730-3531 Celular: 6692-9554 Correo: german.atencio@hotmail.es
DESARROLLOS HIDROELÉCTRICOS, CORP	Kariuska Atencio	Oficial de Seguridad de la Presa	Oficina: 730-3724/ 730-3531 Celular: 6242-0924 Correo: Kariuska.atencioq@gmail.com
DESARROLLOS HIDROELÉCTRICOS, CORP	Tirone Vasquez	Operación 2	Oficina: 302-0418 Celular: 6615-0014 Correo: tirone.vasquez@sdfeg.com
<b>ETESA</b>			
ETESA PANAMA	Ing. Gilberto Ferrari Pedreschi	Despachadores CND	Oficina: 230-8101 Celular: Correo: @etesa.com.pa
ETESA – CND PANAMA	Carlos A. Barreto	Gerente de Operaciones	Oficina: 230-8100/8103 Celular: Correo: cbarreti@etesa.com.pa cnd@etesa.com.pa
HIDROMETEOROLOGÍA – PANAMA	Diego A. González	Dirección de Hidrometeorología	Oficina: 501-3800/501-3900 Celular: Correo: dgonzalez@etesa.com.pa
ETESA – HIDROMET PANAMA	Diana Lee de Centenario a.i.	Gerencia de Hidrología	Oficina: 501-3398/3850 Celular: Correo: dcentenario@etesa.com.pa
ETESA – HIDROMET PANAMA	Arcelu Lau Melo a.i.	Gerencia de Investigación y Climatología	Oficina: 501-38-31 Celular: Correo: amelo@ETESA.com.pa
ETESA – HIDROMET PANAMA	Felipe Alvarado	Vigilancia y Pronóstico	Oficina: 501-3850/501-3800/3900 Celular: Correo: falvarado@etesa.com.pa

INSTITUCION O EMPRESA	NOMBRE	CARGO	CONTACTO
<b>INSTITUCIONES DE VIGILANCIA</b>			
INSTITUTO DE GEOCIENCIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL.	Arkin Tapia	Jefe de la Red Sismológica del Instituto de Geociencias	Oficina: 523-5571/5560 (8am-9pm) Celular: 6911-3023 Correo: aalaint@hotmail.com <a href="http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/epic/">http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/epic/</a>
CENTRO EXPERIMENTAL DE INGENIERÍA (CEI) DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ	Ramiro Vargas	Jefe Laboratorio de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (LIICA)	Oficina: 290-8423 /290-8443 Celular: Correo: tomy.valdez@utp.ac.pa
SERVICIO NACIONAL AEREO NAVAL	Belsio González	Director General	Oficina: 211-6000/238-1000 Celular: Correo:
SERVICIO MARITIMO NACIONAL	Fernando Salorza	Director General de Marina Mercante	Oficina: 501-5033 Celular: Correo:
<b>SINAPROC - COE</b>			
SINAPROC DAVID	Encargado	Suplente	Oficina: 775-7006/*335 desde cualquier teléfono las 24 horas del día Celular: Correo: @sinaproc
SINAPROC BUGABA	Jordan Rodriguez	Encargado	Oficina: 775-4019 Celular: Correo: Jrodriguez@sinaproc.gob.pa
SINAPROC -COE PANAMA	Ing. José Donderis	Director	Oficina: 316-3202/03 316-0053 (24 horas del día) Celular: Correo:sinaproc@sinaproc.gob.pa <b>Web:</b> www.sinaproc.gob.pa
<b>POLICIA NACIONAL</b>			
POLICIA NACIONAL DE DAVID	Márcos Córdoba Ledezma	Comisionado Sub-Comisionado	Oficina: 777-5575
PANAMA	Omar Pinzón	Director	Oficina: 511-7000/7462 Celular: Correo:
<b>BOMBEROS</b>			
BOMBEROS DAVID	Edilberto Armuelle	Coronel	Oficina: 775-42-11/42-12 Celular:

INSTITUCION O EMPRESA	NOMBRE	CARGO	CONTACTO
			Correo
BOMBEROS PANAMA	Jaime Ernesto Villar Vargas	Capitán	Oficina: 512-6160/6430 Celular: Correo
<b>HOSPITALES</b>			
HOSPITAL DE PRIVADO CHIRIQUÍ	Felix Abadia	Director Ejecutivo	Oficina:774-1362/0128 Celular: Correo:
HOSPITAL CSS PANAMA	Alfredo Martiz	Director	Oficina: 503-60-32/2532 Celular: Correo: <a href="http://www.css.gob.pa">www.css.gob.pa</a>
HOSPITAL SANTO TOMAS PANAMA	Dr. Angel Cedeño	Director	Oficina: 507-5600 Celular: Correo: <a href="http://www.hst.gob.pa">www.hst.gob.pa</a>
<b>CRUZ ROJA</b>			
CRUZ ROJA DE DAVID CHIRIQUÍ	Leonardo Beríos	Encargado de Operaciones	Oficina: 775-3737 Celular: Correo:
CRUZ ROJA PANAMA	Lic. Rosa Castillo	Directora	Oficina: 315-1429/1388 Celular: Correo: <a href="mailto:cruzroja@pa.gbnet.cc">cruzroja@pa.gbnet.cc</a>
<b>OTRAS INSTITUCIONES</b>			
MIDA DAVID	Arturo Espinosa	Director Regional	Oficina: 722-8082 Celular: Correo: <a href="http://www.mivi.gob.pa">www.mivi.gob.pa</a>
MIVI PANAMA	Mario Etchelecu	Ministro	Oficina: (507) 579-9400/9200 Celular: Correo: <a href="http://www.mivi.gob.pa">www.mivi.gob.pa</a>
MEDUCA DAVID	Alberto Licea	Director Regional	Oficina: 775-4102/775-7517 Celular: Correo: <a href="mailto:meduca@meduca.gob.pa">meduca@meduca.gob.pa</a>
MEDUCA DAVID	Alberto Licea	Director Regional	Oficina: 775-4102/775-7517 Celular: Correo: <a href="mailto:meduca@meduca.gob.pa">meduca@meduca.gob.pa</a>
MOP RÍO SERENO	Dimás Martinez	Director Regional	Oficina: 722-8850 Celular: Correo: <a href="http://www.mop.gob.pa">www.mop.gob.pa</a>
MOP DAVID	Ing. José Aníbal Castillo	Director Regional	Oficina: 775-4101 Celular: Correo: <a href="http://www.mop.gob.pa">www.mop.gob.pa</a>

<b>INSTITUCION O EMPRESA</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>CARGO</b>	<b>CONTACTO</b>
MOP PANAMÁ	Ing. Ramon Arosemena	Director	Oficina: 507-9400/9481 Celular: Correo: www.mop.gob.pa
IDAAN DAVID	Zenón González	Director Regional	Oficina: 7775-5280 Celular: Correo: www.idaan.gob.pa
IDAAN PANAMÁ	Juan Felipe de La Iglesias	Directora	Oficina: Celular: Correo: www.idaan.gob.pa
MUNICIPIO DAVID	Licdo. Francisco Vigil	Alcalde	Oficina: 775-1013 Celular: Correo:
MUNICIPIO RÍO SERENO	Diomedes Rodriguez Herrero	Alcalde	Oficina: 722-8807 Celular: Correo:
CORREGIDURÍA DE DAVID	Irvin Martínez	Corregidor	Oficina: 775-1012 (Diurno) Celular: Correo:
	Porfirio Miranda	Corregidor	Oficina: 775-1012 (Nocturno) Celular: Correo:
HONORABLE REPRESENTANTE DE DAVID	Miguel Medina	Representante	Oficina: 772-0647 Celular: Correo:

## **ANEXO F – PLANES DE SIMULACRO PARA EMERGENCIAS**

## ANEXO F - PLAN DE SIMULACRO PARA EMERGENCIAS

### CONTENIDO

F.1. PLAN DE SIMULACRO PARA EMERGENCIAS.....	2
F.1.1. Propósito .....	2
F.1.2. Antecedentes .....	2
F.1.3. Marco legal.....	3
F.1.4. Organismos administrativos concernidos por el simulacro .....	3
F.1.5. Frecuencia y duración del simulacro.....	4
F.1.6. Personal implicado en el simulacro .....	4
F.1.7. Pasos del simulacro .....	4
F.1.8. Limitaciones y alcances del simulacro .....	5
F.1.9. Informe final del simulacro .....	7
F.1.10. Sistemas de Avisos para Simulacros.....	8
F.1.10.1. Sirena Acústica .....	8
F.1.10.2. Comunicación.....	8

### ANEXOS

#### ANEXO A PLAN DE EMERGENCIA DE PROTECCIÓN CIVIL

F.2.1. Propósito .....	11
F.2.2. Antecedentes .....	12
F.2.3. Marco Legal.....	12
F.2.4. Organismos administrativos concernidos por el plan.....	14
F.2.5. Identificación del riesgo de inundaciones.....	14
F.2.6. Sistema de información y seguimiento hidrometeorológico.....	14
F.2.6.1. Alerta meteorológica .....	15

#### ANEXO B - Acciones del Plan de Simulacro

#### ANEXO C - Plan de Comunicación para Simulacro

## **F.1. PLAN DE SIMULACRO PARA EMERGENCIAS**

### **F.1.1. Propósito**

Presentar las situaciones previstas en el PADE, las cuales serán ensayadas periódicamente mediante ejercicios de simulación, con el fin de que el equipo de explotación adquiriera los adecuados hábitos de comportamiento. Se busca con esto la actualización del Plan, la capacitación de todos los actores involucrados y de que el objetivo del ejercicio indicado en este documento sea adecuado.

Para lograr esto se simulará la ocurrencia de situaciones de emergencia para eventos extraordinarios o sismo donde se ponga a prueba la operatividad de los equipos (estructuras hidráulicas de descarga) y al personal responsable de operar la presa.

Se espera que los ejercicios que se planteen en este documento cumplan con el objetivo de integrar al dueño u operador y su personal a simulacros de mayor envergadura que puedan organizar las autoridades de defensa civil involucradas en la emergencia. Además, que adquieran conocimientos y la experiencia necesaria bajo una acción inmediata, ante situaciones que pongan en peligro la seguridad de las estructuras que conforman el Proyecto Hidroeléctrico San Andrés, de manera que puedan actuar en el momento necesario, activar y dar seguimiento al Plan de Acción Durante Emergencia.

Para alcanzar los objetivos de este plan se deberá seguir los siguientes pasos:

1. Asegurar que todo el personal forme parte del plan, lo haya estudiado y tenga conocimiento de este desde el momento de su incorporación a la organización de la operación de la central.
2. Realizar actividades de simulacro de las emergencias establecidas en el PADE.

En el capítulo 6 de este PADE, se definen los procedimientos de actuación, estableciendo las circunstancias que permiten detectar el incidente que causa la situación y su clasificación en los cinco posibles pasos de escenarios según la importancia del suceso.

El simulacro se llevará a cabo mediante un ejercicio en el que se ensayaran las medidas a seguir ante una situación hipotética de emergencia. Abarcar todos los pasos contempladas para una situación de emergencia real.

### **F.1.2. Antecedentes**

En los últimos años las condiciones climatológicas y geomorfológicas de la región de Chiriquí han influido de forma notable, ocasionando situaciones de emergencia graves producidas por inundaciones, entre otras situaciones que se desencadenan, producto de los efectos que puedan ocasionar grandes afectaciones en las áreas vulnerables cercanas a la ribera de un río.

### **Categorización de la población**

La elección de los sistemas de comunicación que se utilizaran para alertar a las poblaciones ubicadas en las zonas inundables dependerá en mayor y menor medida, de las características de la población receptora de la comunicación, siendo estas:

Núcleos Urbanos de población: se podrá optar por un sistema global de aviso con un mensaje o señal perfectamente identificable por la población. Este sistema requerirá que Protección Civil realice las correspondientes campañas de información de dicha población. En este caso parece que un sistema de señal acústica puede ser el más apropiado o sistemas de señalización fija en aparatos de radio, sistemas de aviso con timbre diferente en el teléfono y otros sistemas alternativos.

Población en viviendas dispersas: se podría emplear sistema de aviso selectivo y concreto, que puede basarse en la instalación en la zona de cada vivienda de un receptor específico indicado en el Plan. También puede adoptarse medidas de llamadas telefónicas selectivas de forma automática con sistema de llamado desde la Sala de Emergencia, con suficiente capacidad de líneas para realizar el aviso a todos los puntos de forma eficaz y rápida.

Áreas de ocupación permanente pero diferentes de viviendas habituales: El problema que se plantea en este caso es que el mensaje a enviar debe ser completamente ejecutivo, puesto que las personas que se localicen en estas áreas no habrán tenido un proceso previo de información.

Áreas de ocupación ocasional: en este caso se pueden plantear sistemas de aviso globales con en el caso anterior, o la prohibición de accesos.

### **F.1.3. Marco legal**

En la Resolución AN No. 3932- Elec. del 22 de octubre del 2010, se aprueba la norma de Seguridad de Presas del Sector Eléctrico creada para la protección pública y el cuidado del medio ambiente. Donde se señala al Responsable Primario de la central hidroeléctrica como responsable legal del desarrollo del PADE; entre sus obligaciones están, la implantación, mantenimiento y actualización del plan.

El PADE y las Instituciones involucradas deberán formar parte de un sistema de emergencias, para salvaguardar la vida, el ambiente y bienes de la población.

### **F.1.4. Organismos administrativos concernidos por el simulacro**

El presente plan deberá involucrar a todos los organismos y servicios pertenecientes a la región o zona afectada, que tengan entre sus competencias o desarrollen funciones en el ámbito de la predicción, prevención, seguimiento e información acerca de los factores que pueden dar lugar a inundaciones, así como de la protección y socorro de los ciudadanos/as ante los fenómenos desencadenantes.

### **F.1.5. Frecuencia y duración del simulacro**

Para habituar y disciplinar el comportamiento del equipo, se realizará el simulacro de algunas de las situaciones contempladas en el capítulo 6, del presente plan de emergencia al menos una vez cada tres años.

Los ejercicios de simulacro se realizan cuando la central hidroeléctrica este en situación normal y en una época del año en que las circunstancias permitan prever, con cierta garantía que no va a acontecer un incidente que genere una situación extraordinaria o de emergencia real.

La duración del ejercicio del simulacro será como mínimo de 24 horas.

El ejercicio se interrumpirá cuando su desarrollo acontezca con situación extraordinaria o de emergencia real o sea imprescindible la atención del personal para garantizar la operación normal de la central.

### **F.1.6. Personal implicado en el simulacro**

El Coordinador del PADE, será el encargado de programar, coordinar y dirigir el simulacro de la situación de emergencia.

En el momento de la implementación del Plan, todo el personal que forme parte de la organización participará del ejercicio del simulacro, de manera que se lleven a cabo las tareas a realizar de acuerdo con la situación de emergencia del ejercicio.

El Coordinador del PADE realizará un programa de formación garantizando que todo el personal forme parte del Plan, poniendo en manifiesto la organización diseñada y las capacitaciones técnicas necesarias de cada uno de los componentes del Plan. De esta manera no se excluirá a ninguna persona.

Se implicará en el ejercicio a las personas y organismos externos que el Plan de Emergencia establezca.

### **F.1.7. Pasos del simulacro**

El simulacro de las situaciones de emergencia se realizará en cinco pasos, paralelas a las establecidas en una situación normal, llevando una bitácora de todas las acciones ejecutadas:

Paso 1: Detección del Evento

Paso 2: Determinación del Nivel de Emergencia

Paso 3: Niveles de Comunicación y Notificación

Paso 4: Acciones Durante la Emergencia

Paso 5: Terminación

Durante el desarrollo del ejercicio del simulacro durante la emergencia, el equipo controlará y registrará en la bitácora todas las acciones que se desarrollen y se pondrá mayor interés en los siguientes aspectos:

- Utilización de los sistemas de comunicación.
- Tiempo de respuesta del personal.
- Comprobación de los sistemas básicos de comunicación y energía.
- Medidas de seguridad y protección personal.
- Adquisición de datos de auscultación.
- Seguimiento y control de los equipos de instrumentación del embalse.

### F.1.8. Limitaciones y alcances del simulacro

No se permitirá el tráfico de personas o vehículos salvo que sean imprescindibles dentro del ejercicio del simulacro.

A continuación, se presenta la secuencia de las acciones para el ejercicio de simulacro:

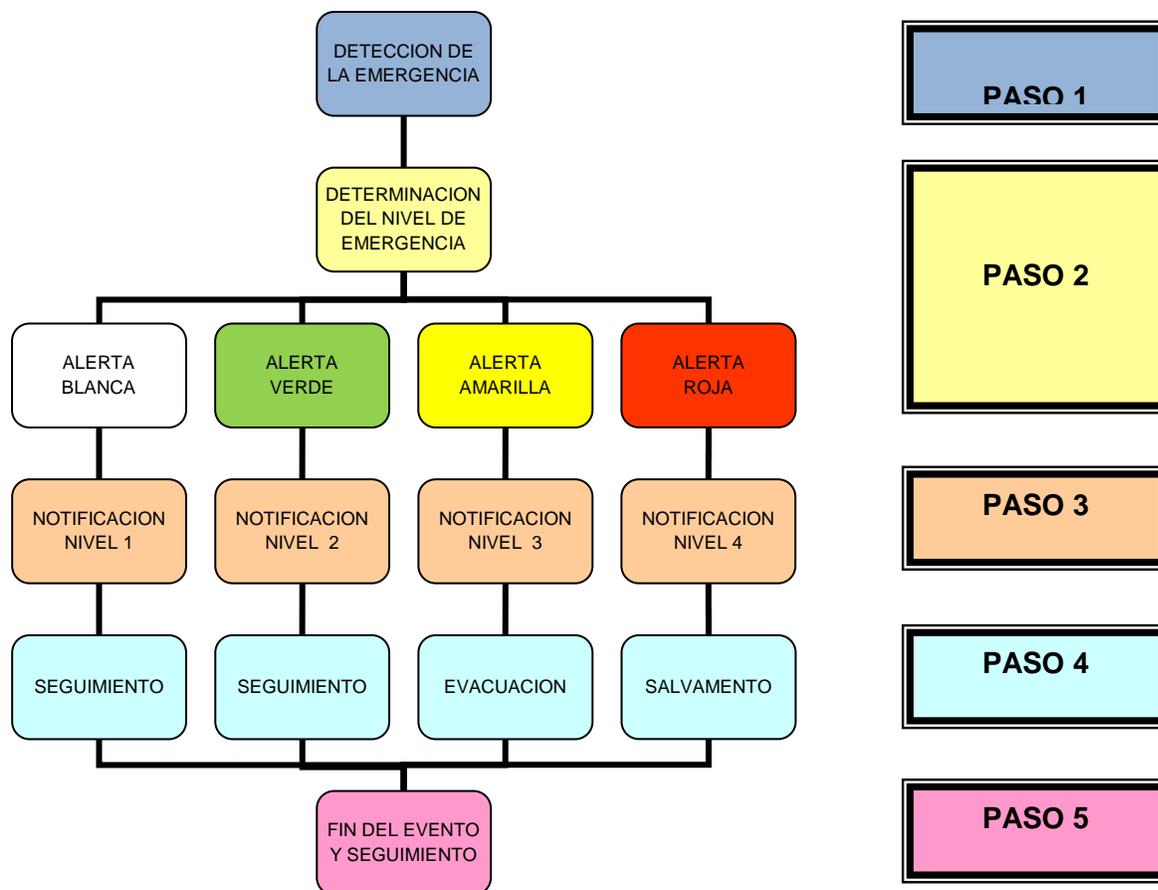


Figura Nº 1 – Acciones durante la emergencia

Los sistemas de comunicación deberán estar disponibles para el ejercicio.

Los escenarios de emergencia que se podrían ensayar son:

- Crecida Extraordinaria
- Sismo en la región
- Colapso de la Presa

En particular el Coordinador del PADE deberá:

- Elaborar la ficha descriptiva estableciendo el tipo de alerta a simular y las instrucciones generales sobre el simulacro.
- Plantear al operador de la presa hipotéticas circunstancias especiales que pudieran surgir durante el desarrollo del ejercicio.
- Plantear al operador de la presa la ocurrencia de situaciones de emergencia para eventos de crecida y sismos para poner a prueba la operatividad de los equipos (para apertura o cierre, tales como vertedero y otras estructuras hidráulicas de descarga).
- Programar una reunión formativa con el personal de la presa donde se revisen los métodos de actuación frente a situaciones de emergencia.
- Redactar un informe final del ejercicio.

Cabe señalar que se deberá verificar la efectividad y funcionamiento de sensores automáticos disparándolos manualmente, o bien simulando y dando la alarma en forma verbal.

Además, debe verificarse como se manejarán los equipos (para apertura o cierre, tales como vertederos y otras estructuras hidráulicas de descarga) ante alguna de las siguientes posibilidades de Situación de Emergencia en simulacro:

- Operación del embalse en situación de emergencia para el caso de crecida extraordinaria, alertada y verificada a partir del conocimiento del pronóstico con suficiente atenuación.
- Alarma y manejo automático de la Situación de Emergencia por rotura de otras presa aguas arriba.
- Cierre automático de los equipos de operación en caso de sismos.
- Apertura automática de elementos de operación del embalse (a anular de inmediato dado que se trata de un simulacro).
- Puesta a salvo del personal de operación de la presa.
- Comunicación de la Situación de Emergencia a las autoridades con jurisdicción aguas debajo de la presa indicando que tipo de emergencia se ha producido, constatando que se desarrolle el operativo de emergencia a cargo de otras Autoridades.
- Verificar que las autoridades mencionadas se encuentren en condiciones de asociar la emergencia con los potenciales efectos determinados en el PADE. Debe verificarse, en principio si las

autoridades dispongan de un ejemplar del PADE, si alguien lo ha estudiado, si se ha instrumentado su aplicación, y si se han previsto las medidas de mitigación necesarias.

Por otra parte, el personal de operación deberá contar con las siguientes condiciones para operar la emergencia en forma segura:

- Lugar seguro para la operación de la presa en emergencia
- Distintos tipos de sistemas de comunicación
- Generación eléctrica o baterías de emergencia (grupo electrógeno, combustible y nivel de carga de baterías)
- Movilidad propia a salvo de la emergencia, con reserva de combustible
- Agua, alimentos y abrigo.

### **F.1.9. Informe final del simulacro**

DESARROLLOS HIDROELÉCTRICOS, CORP., realizará un informe sobre el desarrollo del ejercicio del simulacro, que será remitido a ASEP. En el mismo se reportarán todas las incidencias, observaciones, conclusiones y recomendaciones que permitan introducir mejoras en los procedimientos de actuación.

El contenido mínimo del informe será el siguiente:

- Descripción del ejercicio planteado
- Desarrollo del ejercicio
- Fecha y hora de comienzo y final del ejercicio
- Objetivo buscado con el ejercicio
- Grado de preparación individual del personal
- Emergencia Simulada (La que corresponda)
- Tipos de Alertas que establecer (Blanca, Verde, Amarilla, Roja)
- Personal Implicado
- Acciones Realizadas
- Comunicaciones
- Problemas de los sistemas de comunicación
- Comprobaciones y tiempos de respuesta
- Anomalías e incidencias presentadas
- Descripción de las dificultades y carencias que se hayan podido presentar
- Adecuación de los medios materiales disponibles
- Grado de incumplimiento de los objetivos buscados con el ejercicio (Valoración del Ejercicio)
- Evaluación General
- Fallas del PADE y modificaciones propuestas buscadas con el ejercicio (Actualización)

## **F.1.10. Sistemas de Avisos para Simulacros**

### **F.1.10.1. Sirena Acústica**

Los sistemas de avisos a la población tienen como finalidad la disminución de los daños precisamente las que estén relacionadas a la pérdida de vidas humanas y no con los factores medioambientales, económicos o de otro tipo. Las sirenas acústicas instaladas permitirán dar la alerta a los poblados que se encuentren ubicados en las zonas inundables.

La sirena de aviso será utilizada exclusivamente para notificar la señal de alerta roja, se podrá contar con un tipo de sistema único o mixto, esto dependerá de cada presa. Los sonidos en decibeles que se dispongan para cada caso serán establecidos por el Cuerpo de Bomberos Local, de forma tal que cubra un nivel sonoro en zonas urbanas y en zonas rurales.

A manera de ejemplo un sistema general de aviso podrá estar compuesto por los siguientes elementos según la característica de la población aguas abajo

- Sistema acústico de señalización u otro alternativo, con mensaje único y continuo en toda la zona inundable en la primera media hora.
- Sistema de aviso a los núcleos de población mediante señales acústicas y luminosa u otro alternativo sin mensaje, pero totalmente conocido por la población.
- Refuerzo de los dos anteriores a las viviendas dispersas mediante comunicación individual y selectiva, utilizando señal telefónica específica.

La sirena durante simulacros será avisada con anticipación a las entidades públicas y de protección civil que esté relacionada con los niveles de emergencia alertados.

### **F.1.10.2. Comunicación**

Durante el simulacro, el sistema de comunicación que se utilizará para notificar la alerta deberá mantener comunicación redundante con la sala de emergencia de la presa y los puntos donde están ubicadas las sirenas de aviso.

Durante el simulacro se verificará la eficacia de los medios primarios de comunicación, con las instituciones que en cada caso corresponda. También se verificará el funcionamiento de otros medios de comunicación disponibles en la actualidad que presenten una garantía y fiabilidad en dicha comunicación.

Entre los sistemas que se pueden encontrar en la actualidad están:

- Red de telefonía convencional por cable
- Red de telefonía móvil
- Red de radio frecuencia de la empresa

- Enlace vía satélite (Si hay señal en la zona y deberá ser comprobada su permanencia)
- Sistemas de respaldo del departamento de hidrometeorológica de ETESA.
- Sistema de respaldo del CND

En caso de falla de cualquiera de los sistemas de comunicación se deberá implementar los sistemas alternos de comunicación.

Los sistemas de comunicación deberán tener un sistema de alimentación ininterrumpido (SAI) de energía eléctrica, los cuales serán individuales para cada sistema de comunicación.

## **ANEXO A - PLAN DE EMERGENCIA DE PROTECCIÓN CIVIL**

## **F.2. PLAN DE EMERGENCIA DE PROTECCIÓN CIVIL**

### **F.2.1. Propósito**

Este plan de emergencia tiene como propósito establecer la organización y procedimiento de actuación de los recursos y servicios de aquellos servicios del Estado y, en su caso, de otras entidades públicas y privadas, que sean necesarios para asegurar una respuesta eficaz ante situaciones de emergencia provocadas por inundaciones que puedan darse en el territorio nacional.

El plan ante situaciones de inundaciones establecerá:

- Los mecanismos de apoyo a los planes de la comunidad autónoma en el supuesto de que éstas así lo requieran.
- La estructura organizativa que permita la dirección y coordinación del conjunto de las administraciones públicas en situaciones de emergencia por inundaciones declaradas de interés nacional, así como prever, en esos casos, los procedimientos de movilización y actuación de aquellos recursos y servicios que sean necesarios para resolver de manera eficaz la necesidades creadas, teniendo en consideración las especiales características del grupo social de las personas con discapacidad para garantizar su asistencia.
- Los mecanismos y procedimientos de coordinación con los planes de aquellas comunidades autónomas no directamente afectadas por la catástrofe, para la aportación de medios y recursos de intervención, cuando los previstos en los planes de las comunidades autónomas afectadas se manifiesten insuficientes.
- El sistema y los procedimientos de información sobre inundaciones, a utilizar con fines de protección civil, en coordinación con los Planes de gestión de los riesgos de inundación.
- Un banco de datos de carácter nacional sobre medios y recursos estatales, o asignados al Plan, disponibles en emergencias por inundación.
- Los mecanismos de solicitud y recepción, en su caso, de ayuda internacional para su empleo en caso de inundaciones.

En el caso de emergencias que se puedan resolver mediante los medios y recursos gestionados por los planes de comunidades autónomas, el Plan juega un papel complementario a dichos planes, permitiendo éstos bajo la dirección de los organismos competentes de dichas administraciones. Si la emergencia hubiera sido declarada de interés nacional, la dirección pasa a ser ejercida por el/la Ministro/a, y este Plan organiza y coordina todos los medios y recursos intervinientes en la emergencia.

## **F.2.2. Antecedentes**

En el presente Plan se considerarán todas aquellas inundaciones que presenten un riesgo para la población y sus bienes, las que produzcan daños en infraestructuras básicas o interrumpan servicios esenciales para la comunidad, ocasionadas por las siguientes situaciones:

- Inundaciones por precipitación “in situ”
- Inundaciones por escorrentía, avenida o desbordamiento de cauces, provocada o potenciada por: precipitaciones, obstrucción de cauces naturales o artificiales, invasión de cauces, deslizamiento y acción de las mareas.
- Inundaciones por rotura o la operación incorrecta de obras de infraestructura hidráulica.

Las inundaciones son el riesgo más natural que más habitualmente producen daños a las personas y los bienes siendo el que produce mayores daños tanto materiales como humanos.

Por lo tanto, resulta necesario prever la organización de los medios y recursos, materiales y humanos, que podrían ser requeridos para la asistencia y protección a la población, en caso de que suceda una catástrofe por inundaciones en las áreas cercanas a la central.

## **F.2.3. Marco Legal**

La ley 7 del 11 de febrero del 2005, reorganiza el sistema nacional de protección civil (SINAPROC), para brindar atención ante desastres, inundaciones, medidas de emergencias. Tienen la responsabilidad de ejecutar medidas, disposiciones y órdenes tendientes a evitar, anular o disminuir los efectos que la acción de la naturaleza o la antropogénica (fenómenos de origen humano o relacionado a las actividades del hombre, incluyendo las tecnológicas) pueda provocar sobre la vida y bienes del conglomerado social.

Le corresponde al SINAPROC la planificación, investigación, dirección supervisión y organización de las políticas y acciones tendientes a prevenir los riesgos materiales y psicosociales, y a calibrar la peligrosidad que puedan causar los desastres naturales y antropogénicos, para lo cual ejercerá las siguientes funciones:

- Recopilar y mantener un sistema de información a través de un centro de datos moderno, con la finalidad de obtener y ofrecer las informaciones necesarias para la planificación estratégicas y medidas sobre gestión de riesgos y protección civil.
- Promover un plan nacional de gestión de riesgos, incorporando el tema como eje transversal en los procesos y planes de desarrollo del país, con el objeto de reducir la vulnerabilidad existente y el impacto de los desastres en todo el territorio nacional.
- Formular y poner en marcha estrategias y planes de reducción de vulnerabilidades y de gestión de riesgo, en cada uno de los sectores sociales y económicos para proteger a la población, la producción, la infraestructura y el ambiente.

- Confeccionar planes y acciones orientados a fortalecer y mejorar la capacidad de respuesta y la atenuación humanitaria.
- Promover programas de educación, análisis investigación e información técnica y científica sobre amenazas naturales y antropogénicas, para tal efecto, cooperará y coordinará con organismos estatales y entidades privadas e internacionales del sector educativo, social y científico
- Promover o proponer al Órgano Ejecutivo el diseño de planes y la adopción de normas reglamentarias sobre seguridad y protección civil en todo el territorio nacional
- Crear manuales y planes de emergencia, tanto generales como específicos, para casos de desastres naturales o antropogénicos.
- Ejercer las demás funciones que le correspondan, de acuerdo a la ley y sus reglamentos.

Para la prevención y la atención de los desastres naturales o antropogénicos, el SINAPROC, según sea el caso, diseñará e implementará los siguientes planes:

- Plan nacional de emergencias
- Plan de gestión de riesgos

SINAPROC, deberá presentar al Ministerio de Gobierno y Justicia una norma Básica de Protección Civil, la cual contemple planes de emergencia generales que se puedan presentar en cada ámbito territorial, y planes especiales, para hacer frente a los riesgos específicos cuya naturaleza requiera una metodología técnica adecuada para cada uno de ellos.

El plan especial deberá establecer:

- Los mecanismos de apoyo a los planes de comunicación autónoma en el supuesto de que éstas así lo requieran.
- La estructura organizativa que permita la dirección y coordinación de la administración pública en situaciones de emergencia por inundaciones declaradas de interés nacional, así como prever, en esos casos, los procedimientos de movilización y actuación de aquellos recursos y servicios que sean necesarios para resolver de manera eficaz las necesidades creadas, teniendo en consideración las especiales características del grupo social de las personas con discapacidad para garantizar asistencia.
- Los mecanismos y procedimientos de coordinación con los planes de aquellas comunidades autónomas no directamente afectadas por la catástrofe, para la aportación de medios y recursos de intervención, cuando los previstos en los planes de las comunidades autónomas afectadas se manifiesten insuficientes.
- El sistema y los procedimientos de información sobre inundaciones, a utilizar con fines de protección civil, en coordinación con los Planes de gestión de los riesgos de inundación.
- Un banco de datos de carácter nacional sobre medios y recursos estatales, o asignados al Plan Estatal, disponibles en emergencias por inundaciones.

- Los mecanismos de solicitud y recepción, en su caso, de ayuda internacional para su empleo en caso de inundaciones

En este caso aplican los planes especiales en los ámbitos territoriales el cual deberá cumplir requisitos mínimos en cuanto a fundamentos, estructura, organización y criterios operativos y de respuesta, con la finalidad de prever un diseño o modelo nacional mínimo que haga posible, en su caso, una coordinación y actuación conjunta de los distintos servicios y administraciones aplicadas.

#### **F.2.4. Organismos administrativos concernidos por el plan**

El presente plan deberá involucrar a todos los organismos y servicios pertenecientes a la región o zona afectada, que tengan entre sus competencias o desarrollen funciones en el ámbito de la predicción, prevención, seguimiento e información acerca de los factores que pueden dar lugar a inundaciones, así como de la protección y socorro de los ciudadanos/as ante los fenómenos desencadenantes.

Podrán verse concernidos por el presente Plan, en caso de emergencias de interés nacional, los servicios y entidades dependientes de otros organismos públicos, al estar incluidos en la organización de otros Planes Especiales ante el Riesgo de Inundaciones, o sean llamados a intervenir por el órgano competente de la Administración General del País.

#### **F.2.5. Identificación del riesgo de inundaciones**

El documento PADE, contiene los mapas de inundación con información cartográfica de las poblaciones que se encuentran cercanas a las riberas del río en estudio. En ellos se delimitan las zonas con riesgos de inundaciones de acuerdo con las posibles causas que se puedan desarrollar ante la amenaza de crecidas o malas prácticas operacionales para la regulación del embalse por medio de los organismos de control y organismos de desagüe. Estos mapas actuarán como base para la evaluación y gestión de riesgos de inundación, los planes de emergencias serán adaptados de forma coordinada para que sean considerados.

#### **F.2.6. Sistema de información y seguimiento hidrometeorológico**

Con el propósito de minimizar los daños producidos por inundaciones, es necesario establecer sistemas de alerta hidrometeorológica que permitan la toma anticipada de las decisiones necesarias a las autoridades del Sistema Nacional de Protección Civil. Para ello se debe contar con sistemas de información hidrológica y de predicción meteorológica, en este caso ETESA que permita minimizar los posibles daños.

El sistema de información y seguimiento hidrometeorológico tendrá la responsabilidad de establecer los procedimientos para dar a conocer los datos más relevantes acerca de los fenómenos meteorológicos e hidrológicos que hayan podido o puedan tener alguna incidencia en la población y sus bienes. Se tendrá en cuenta las posibles previsiones sobre la posible evolución del fenómeno meteorológico y del sistema hidráulico con la mejor incertidumbre posible.

La información que se proporcione será la más completa y fidedigna posible, obtenida en tiempo casi real y de rápida difusión, con el objetivo de que pueda servir de base al Responsable Primario de la Central y a las autoridades de Protección Civil para la pronta activación de los planes de emergencia.

### **F.2.6.1. Alerta meteorológica**

Las precipitaciones intensas o tormentas producen los daños más cuantiosos en nuestro país, esto obliga a establecer unos sistemas de alerta meteorológicos que permitan a las autoridades de protección civil y a la población en general la toma anticipada de decisiones necesarias para minimizar los posibles daños producidos por inundaciones.

ETESA, es la institución encargada del desarrollo, implantación y prestación de los servicios meteorológicos.

El sistema de alerta meteorológica ha de considerar las variables que pueden intervenir en el fenómeno de las inundaciones, así como los procedimientos para su inmediata difusión considerando los siguientes aspectos:

- Se establecen los umbrales, los procedimientos de comunicación y el tiempo de antelación de los avisos por precipitaciones de elevada intensidad con el fin de que puedan ser adoptadas las medidas precisas que minimicen los daños.
- Se establecerá un seguimiento especial de los fenómenos que puedan dar lugar a tormentas fuertes o muy fuertes y los consiguientes procedimientos de aviso.

### **F.2.7. Medios y recursos**

Se han de prever los medios y recursos para la ejecución de las acciones previstas, éstos pueden clasificarse los medios en tres grupos:

- Actuaciones que conllevan la movilización únicamente de medios y recursos habitualmente utilizados en explotación normal. En esta parte se consideran las actuaciones a la vigilancia de la presa, al descenso del nivel del embalse mediante la utilización de organismos de desagüe.
- Actuaciones que necesitan la movilización de medios y recursos distintos de los habitualmente utilizados en explotación normal. En esta parte se consideran las actuaciones a medidas correctoras, que implican acciones, al menos hasta cierto punto, estructurales.
- Actuaciones en relación con las comunicaciones, alertas, etc. En esta parte se consideran las actuaciones referidas a la comunicación interna y externa y de aviso a la población en la zona durante la primera media hora.

Se deberá prestar mayor atención a lo referente al suministro de energía, iluminación de la presa y sus parámetros, disponibilidad de los accesos en situación de emergencia.

Se deberá para cada una de las actuaciones establecer los medios y recurso humanos y materiales necesarios, confiables y que a su vez garantice rapidez de respuesta, la integración de todos los medios, para el conjunto de actividades de cada actuación y para el conjunto de actuaciones.

Se deberán clasificar en función de las características los medios y recursos, en relación con su nivel de integración durante su condición normal y extraordinaria. Se preparará un formato de tabla de los diferentes recursos para cada categoría de medios y recursos según sean: 1) propios de la explotación, 2) propios y específicos del Plan, 3) Propios y no específicos del Plan, 4) Anexos y específicos y 5) Anexos disponibles.

Nombre	Propietario	Dirección	Tel.	Tiempo de respuesta	Capacidad

Como resultado de este análisis se procederá a enumerar cada uno de los medios y recursos asociados al Plan, presentándolos de la siguiente manera:

- Nombre del recurso
- Cantidad del recurso: cifra o cifras que definan su capacidad de trabajo, por ejemplo, en un retroexcavadora alcance horizontal, profundidad máxima de excavación, producciones horarias según los alcances y tipos de terreno.
- Propietario del recurso, dirección, teléfono, teléfono alternativo.
- Tiempo en puesta en marcha. Es conveniente clasificar los recursos, en el caso de existir dentro del mismo tipo en disponibilidades de funcionamiento o tiempo de respuesta en estándares, como puede ser: inmediato, 1 hora, 6 horas, 12 horas, etc.

Es importante que la lista de recurso cumpla las siguientes características:

- Disposición para los responsables de puesta en marcha del PADE.
- La consulta de datos será sencilla y clara.
- Se colocará en lugares de fácil acceso, facilitándose copias en caso de ser necesario.

### **Intensificación de la vigilancia de la presa**

Las actuaciones que se realizaran durante la operación normal de la presa serán las que estén relacionadas a actividades individuales caracterizadas por la auscultación, la inspección y la interpretación de los resultados de ambas.

Se harán una reevaluación de la rapidez del sistema de vigilancia ante una situación de emergencia para determinar la necesidad de incrementar la frecuencia de lecturas, inspecciones e interpretación de los resultados, incrementos de instrumentos instalados o elementos inspeccionados o de ambos.

A la vez se evaluará la conveniencia de extender turnos o de incorporar personal a los equipos existentes.

Se podría adicionar en el caso de darse situaciones ambientales extremas elementos tales como iluminación de seguridad, fuentes de energía alternativa, elementos de achique para el vaciado de galerías perimetrales, etc. Todo esto a fin de no interrumpir la vigilancia por problemas de accesibilidad a los elementos de auscultación.

### **Descenso del nivel del embalse mediante los organismos de desagüe**

Esta tarea implicará el manejo de válvulas y compuertas, por las que únicamente en situación de emergencia, implicará la disponibilidad de equipos y/o fuentes de energía y la accesibilidad a los organismos de accionamiento.

Se deberán considerar el siguiente aspecto para evaluar la eficacia de los órganos de desagüe:

- Situación real de los organismos de desagüe, mediante la cuantificación de su capacidad garantizada de evacuación.
- Evaluación del ritmo de descenso que se produce en el nivel del embalse al recurrir a los órganos de desagüe y en relación con el ritmo necesario.
- Estimación de los efectos que la evacuación extraordinaria de caudales por motivo de bajar el nivel del embalse puede producir aguas abajo.
- Estimación de las condiciones de seguridad de los vertidos en relación con la presa.

### **Otras actuaciones**

A continuación, se presenta a modo de ejemplo las actuaciones y medidas correctoras en cada caso:

- Si se planea el descenso del nivel del embalse con la utilización de bombes complementarios, hará que prever la utilización de bombas y construcciones adecuadas, unidas a fuentes de energía necesarias.
- La elevación de la altura de la coronación implicará la utilización de un volumen de materiales y equipos, unido al equipo humano necesario para su colocación.
- El caso de impermeabilización de distintas filtraciones dispone de material suficiente impermeable y equipos para su colocación.
- La sobrecarga a pie de presa implica en general la utilización de equipos para el movimiento de tierras y un número importante de material drenante.

A esto se suma que se debe contemplar un sitio de acopio, determinados equipos y materiales tales como generadores eléctricos, cuerdas, grúas, cables, gatos, balsas neumáticas, poleas, vehículos todo-terreno, etc. El listado de equipos y medios deberán ser incluidos en el Plan debidamente cuantificados y clasificados.

## **ANEXO B - ACCIONES DEL PLAN DE SIMULACRO**

**Cuadro N°1 – Acciones y procedimientos del simulacro de emergencias**

Detección de Emergencia Escenarios del PADE	Nivel de emergencia	Alertas	Responsable	Recursos y Medios	Actuaciones		
					Antes Planificación	Durante Vigilancia y Control	Después Seguimientos y mejoras
Simulacro 0 y 1	Vigilancia reforzada	Blanca	Coordinador del PADE	Radio, celular, GPS, linterna, Cámara fotográfica, Formularios Papelería Botiquín de Primeros auxilios Vehículos	Inducción del PADE al personal de la Planta	Verificar minutos antes que todos hayan asistido a la inducción	Adecuación de los documentos y distribución de estos.
					Planificar y ejecución del ejercicio de simulacro. Completar información del ANEXO A según el ejercicio realizado	Seguimiento del ejercicio	Escribir en la bitácora observaciones producto del ejercicio
					Distribución de los mapas de inundación, diagramas de notificación y Anexo E – Contactos Alternativos	Se notificará el nivel de alerta según el apartado 6 del PADE	Actualización de información de los contactos.
					Distribución de los recursos y materiales	Que se cuenten con los equipos y estén operativos.	Verificar la condición operativa de los equipos de comunicación e inspección y sus repuestos
					Comunicación, coordinación con el personal de planta, SINAPROC COE, ETESA, ASEP y los estamentos de seguridad, así como todo el personal necesario.	Se mantendrán en su puesto los participantes para el ejercicio.	Registro de respuesta a la notificación
					Solicitar a las autoridades locales el inventario de viviendas, habitantes y actividades cercanos a las áreas de inundación	Seguimiento de respuesta por parte de los participantes. Verificación de los datos suministrados.	Actualización de la información cartográfica del PADE
					Revisar los requerimientos de seguridad de las presas	Verificar la instrumentación de la presa y la condición de sus estructuras.	Completar el formulario de inspección. Realizar el programa de mantenimiento de las estructuras.
			Operador de la Planta	Radio, extintor linterna y celular	Recibir Inducción del PADE y los teléfonos de contacto.	Comunicación redundante con el Coordinador del PADE	Mantendrá comunicación redundante ininterrumpida
					Disponer del Manual de Operación del Embalse	Tener el manual a disposición para consultas	Verificar las condiciones operativas de los equipos contenidos en la presa
					Llevar registro del nivel del embalse y otras lecturas de los instrumentos	Revisará los pronósticos meteorológicos dados por ETESA y llevará un registro de lecturas de la instrumentación.	Preparar representaciones gráficas del comportamiento del embalse y de los instrumentos
			SINAPROC-COE	Teléfono y equipos de	Recibirán la inducción del PADE	Participará del ejercicio	Verificaran si cuentan con los recursos para este ejercicio

				primeros auxilios			
			ETESA, CND y ASEP	Teléfono	Serán notificados por el responsable primario	Serán notificados	Se registrará en la bitácora observaciones del ejercicio.
Simulacro 1 y 2	Situaciones potenciales de riesgo	Verde	Gerente de la Central	Celular	Asegurarse de contar con el personal de mantenimiento para cualquier reparación	Participara en el ejercicio el personal de mantenimiento	Verificar el inventario de recursos para atender este nivel de alerta.
			Coordinador del PADE	Radio, celular, linterna, GPS, Cámara fotográfica, Formularios, Papelería, Botiquín de Primeros auxilios, Vehículos, Recurso Humano, Planta de energía, Herramientas mecánicas	Inducción del PADE al personal de la Planta	Verificar minutos antes que todos hayan asistido a la inducción	Adecuación de los documentos y distribución de estos actualizados.
					Planificar y ejecución del ejercicio de simulacro. Completar información del ANEXO A según el ejercicio realizado	Seguimiento del ejercicio	Escribir en la bitácora observaciones producto del ejercicio,
					Distribución de los mapas de inundación, diagramas de notificación y Anexo E – Contactos Alternativos	Se notificará el nivel de alerta según el apartado 6 del PADE	Actualización de información de los contactos.
					Distribución de los recursos y materiales	Que se cuenten con los equipos y estén operativos.	Verificar la condición operativa de los equipos de comunicación e inspección y sus repuestos
					Comunicación, coordinación con el personal de planta, SINAPROC COE, ETESA, ASEP y los estamentos de seguridad, así como todo el personal necesario.	Se mantendrán en su puesto los participantes para el ejercicio.	Registro de respuesta a la notificación
					Solicitar a las autoridades locales el inventario de viviendas, habitantes y actividades cercanos a las áreas de inundación	Seguimiento de respuesta por parte de los participantes. Verificación de los datos suministrados.	Actualización de la información cartográfica del PADE
					Revisar los requerimientos de seguridad de las presas	Verificar la instrumentación de la presa y la condición de sus estructuras.	Completar el formulario de inspección. Realizar el programa de mantenimiento de las estructuras.
			Operador de la Planta	Radio, extintor, linterna y Celular	Recibir Inducción del PADE y los teléfonos de contacto.	Comunicación redundante con el Coordinador del PADE	Mantendrá comunicación redundante ininterrumpida
			SINAPROC-COE	Teléfono y equipos de	Disponer del Manual de Operación del Embalse	Tener el manual a disposición para consultas	Verificar las condiciones operativas de los equipos contenidos en la presa
Llevar registro del nivel del embalse y otras lecturas de los instrumentos	Revisará los pronósticos meteorológicos dados por ETESA y llevará un registro de lecturas de la instrumentación.	Preparar representaciones gráficas del comportamiento del embalse y de los instrumentos					
					Recibirán la inducción del PADE	Participará del ejercicio	Verificaran si cuentan con los recursos para este ejercicio

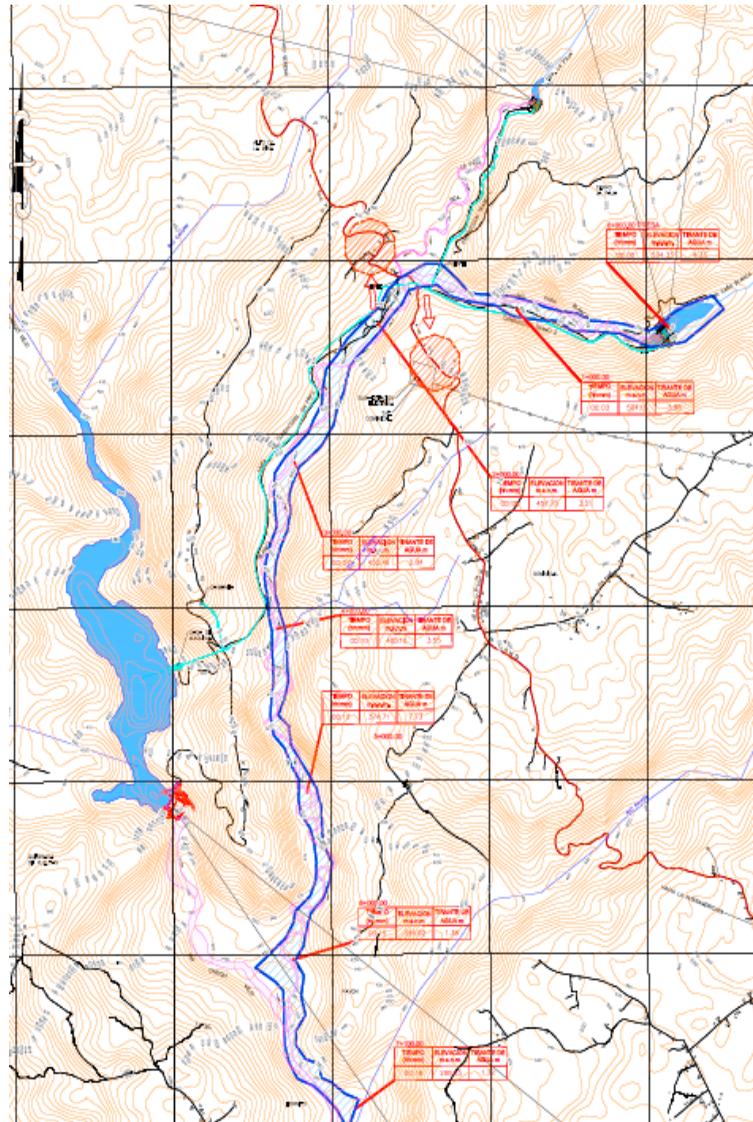
				primeros auxilios			
			ETESA, CND y ASEP	Teléfono	Serán notificados por el responsable primario	Serán notificados	Se registrará en la bitácora observaciones del ejercicio.
Simulacro 2	Peligro Inminente	Amarilla	Gerente de la Central	Radio y Celular	Coordinar con el Coordinador del PADE las acciones	Mantener comunicación redundante del ejercicio	Realizar reuniones plenarias con los organismos de seguridad ante la posibilidad de falla
					Asegurarse de contar con el personal de mantenimiento para cualquier reparación	Participara en el ejercicio el personal de mantenimiento	Verificar el inventario de recursos para atender este nivel de alerta.
			Coordinador del PADE	Radio, celular GPS, linterna, Cámara fotográfica Formularios Papelería Botiquín de Primeros auxilios Vehículos Recurso Humano Planta de energía Herramientas mecánicas	Inducción del PADE al personal de la Planta	Verificar minutos antes que todos hayan asistido a la inducción	Adecuación de los documentos y distribución de estos actualizados.
					Planificar y ejecución del ejercicio de simulacro. Completar información del ANEXO A según el ejercicio realizado	Seguimiento del ejercicio	Escribir en la bitácora observaciones producto del ejercicio,
					Distribución de los mapas de inundación, diagramas de notificación y Anexo E – Contactos Alternativos	Se notificará el nivel de alerta según el apartado 6 del PADE	Actualización de información de los contactos.
					Distribución de los recursos y materiales. Aumentar la cantidad de radios o teléfonos	Que se cuenten con los equipos y estén operativos.	Verificar la condición operativa de los equipos de comunicación e inspección y sus repuestos
					Comunicación, coordinación con el personal de planta, SINAPROC COE, ETESA, ASEP y los estamentos de seguridad, así como todo el personal necesario.	Se mantendrán en su puesto los participantes para el ejercicio.	Registro de respuesta a la notificación
					Solicitar a las autoridades locales el inventario de viviendas, habitantes y actividades cercanos a las áreas de inundación	Seguimiento de respuesta por parte de los participantes. Verificación de los datos suministrados.	Actualización de la información cartográfica del PADE
					Revisar los requerimientos de seguridad de las presas	Verificar la instrumentación de la presa y la condición de sus estructuras.	Completar el formulario de inspección. Realizar el programa de mantenimiento de las estructuras.
					Planificación y formación en primeros auxilios y rescate	Ejecutar acciones para primeros auxilios y rescate ante una posible falla	Verificar los equipos para esta actividad.
Elaboración del informe de riesgo y cuantificar los costos para mitigar la emergencia	Verificación del informe de riesgo	Mejoras al informe de riesgo					

					Coordinar el ejercicio con el público en general, mediante reuniones en la comunidad, prensa, radio, televisión y centros educativos indicando que se estarán haciendo vertimiento de agua.	Comunicación redundante.	Se registrarán las acciones adoptadas
			Operador de la Planta	Radio, extintor, linterna y Celular	Recibir Inducción del PADE y los teléfonos de contacto.	Comunicación redundante con el Coordinador del PADE	Mantendrá comunicación redundante ininterrumpida
					Disponer del Manual de Operación del Embalse	Tener el manual a disposición para consultas.	Verificar las condiciones operativas de los equipos contenidos en la presa y el nivel del embalse
					Llevar registro del nivel del embalse y otras lecturas de los instrumentos	Revisará los pronósticos meteorológicos dados por ETESA y llevará un registro de lecturas de la instrumentación.	Preparar representaciones gráficas del comportamiento del embalse y de los instrumentos
					Comunicación redundante con el Coordinador del PADE	Notificará la alerta para tomar acciones de control, protección y rescate	Registrar en la bitácora las acciones adoptadas.
			SINAPROC-COE	Teléfono y equipos de primeros auxilios, salvamento y mecánicos	Recibirán la inducción del PADE	Participará del ejercicio	Verificaran si cuentan con los recursos para este ejercicio
					Serán notificados por el responsable primario	Serán notificados	Se registrará en la bitácora observaciones del ejercicio.
					Prepararse para el ejercicio tanto los equipos como el personal humano	Formará parte del ejercicio	Verificar los equipos y materiales necesarios
			Personal de la planta	Radio, linterna y Celular	Recibirán la inducción del PADE	Participará del ejercicio	Verificaran si cuentan con los recursos para este ejercicio
Simulacro 3	Rotura de la presa Alta probabilidad de daños y afectaciones importantes	Roja	Gerente de la Central	Radio y Celular	Coordinar con el Coordinador del PADE las acciones de evacuación	Mantener comunicación redundante del ejercicio y declarar la emergencia a todos los estamentos de seguridad.	Evaluación de las acciones. Notificar la magnitud de los efectos
					Asegurarse de contar con el personal de mantenimiento para cualquier reparación	Participara en el ejercicio el personal de mantenimiento	Verificar el inventario de recursos para atender este nivel de alerta.
			Coordinador del PADE	Radio y celular GPS, linterna Cámara fotográfica Formularios, Equipos de	Inducción del PADE al personal de la Planta	Verificar minutos antes que todos hayan asistido a la inducción	Adecuación de los documentos y distribución de estos actualizados.
					Planificar y ejecución del ejercicio de simulacro. Completar información del ANEXO A según el ejercicio realizado	Seguimiento del ejercicio	Escribir en la bitácora observaciones producto del ejercicio,
					Distribución de los mapas de inundación, diagramas de notificación y Anexo E – Contactos Alternativos	Se notificará el nivel de alerta según el apartado 6 del PADE	Actualización de información de los contactos.

			primeros auxilios, Planta de energía eléctrica, vehículos Sirena de aviso Equipos pesados, Depósitos para desechos	Distribución de los recursos y materiales. Aumentar la cantidad de radios o teléfonos	Que se cuenten con los equipos y estén operativos.	Verificar la condición operativa de los equipos de comunicación e inspección y sus repuestos	
				Comunicación, coordinación con el personal de planta, SINAPROC COE, ETESA, ASEP y los estamentos de seguridad, así como todo el personal necesario.	Se mantendrán en su puesto los participantes para el ejercicio.	Registro de respuesta a la notificación	
				Revisar los requerimientos de seguridad de las presas	Verificar la instrumentación de la presa y la condición de sus estructuras.	Completar el formulario de inspección. Realizar el programa de mantenimiento de las estructuras.	
				Planificación y formación en primeros auxilios y rescate	Ejecutar acciones para primeros auxilios y rescate ante una posible falla	Verificar los equipos para esta actividad.	
				Elaboración del informe de riesgo y cuantificar los costos para mitigar la emergencia	Verificación del informe de riesgo	Mejoras al informe de riesgo	
				Coordinar el ejercicio con el público en general, mediante reuniones en la comunidad, prensa, radio, televisión y centros educativos indicando que se estarán haciendo vertimiento de agua.	Comunicación redundante.	Se registrarán las acciones adoptadas	
				SINAPROC-COE	Teléfono y equipos de primeros auxilios y mecánicos	Recibir Inducción del PADE y los teléfonos de contacto. Plan de evacuación	Comunicación redundante con el Coordinador del PADE Realizar las Acciones
			Estamentos de Seguridad y Instituciones	Radio y Celular Espacio Físico Equipos de salvamento	Recibir Inducción del PADE y los teléfonos de contacto.	Comunicación redundante con el Coordinador del PADE en el ejercicio	Mantendrá comunicación redundante ininterrumpida
					Coordinar con los líderes comunitarios los sitios para refugio y zonas seguras	Verificar que todos los participantes hallan evacuado la zona de riesgo	Velará por la seguridad del personal de planta y comunidades en riesgo
					Plan de remediación ambiental	Tomar acciones en cada caso	Adecuación del plan de remediación
			Operador de la Planta	Radio, extintor, linterna y Celular	Recibir Inducción del PADE y los teléfonos de contacto.	Comunicación redundante con el Coordinador del PADE	Mantendrá comunicación redundante ininterrumpida
					Recibir la formación de primeros auxilios, rescate y evacuación	Realizar las acciones de primeros auxilios, rescate y evacuación	Revisar el inventario de recursos y materiales para el ejercicio
					Comunicación redundante con el Coordinador del PADE	Accionará la Sirena de aviso para tomar acciones de evacuación y salvamento	Realizar las acciones para salvaguardar su vida y de las personas afectadas

## **ANEXO C - PLAN DE COMUNICACIÓN PARA SIMULACRO**

## Mapa de Puntos de Reunión y Rutas de Evacuación



### Guarde este folleto

Este folleto es una guía básica e imprescindible para toda la familia. Haga que lo lean todas las personas de su vivienda.

Guarde este folleto de Norma de Actuación y repase su contenido al menos una vez al año, para recordar bien estas consignas. Téngalo siempre a mano. Saber cómo actuar en casos de peligro nos hace más fuertes frente a los riesgos.

### Emergencia

- Los servicios de emergencias trabajan para resolver las situaciones que pueden suceder.
- Estudian la manera de prevenir anticipadamente los riesgos.
- Organizan la respuesta en el caso de emergencia.
- Facilitan la coordinación de los equipos que han de actuar.
- Ayudan al retorno a la normalidad, prestando soporte y ayuda a los posibles damnificados.

LEYENDA:	
	PLAYAS DE INUNDACION
	CAMINOS
	RIOS Y QUEBRADAS
	POBLADOS
	MANCHA DE INUNDACION
	RUTA DE EVACUACION
	ZONA SEGURA

# Plan de Emergencia de la Presa San Andres

## RIESGO DE INUNDACIONES BORRADOR PLAN DE COMUNICACIÓN



## ¿Qué es el Plan de Emergencia?

Las grandes presas son estructuras muy seguras, construidas y explotadas reduciendo al máximo posible su posible fallo. No obstante, siempre existe un riesgo muy reducido de rotura o mal funcionamiento.

El Plan de Emergencia de una Presa constituye una herramienta más hacia la reducción de las consecuencias que representa para la población la posible rotura o mal funcionamiento de una presa, estableciendo los mecanismos y procedimientos que permitan una detección temprana de las situaciones de riesgo y las medidas a cometer para mitigarlo.

Es por ello que el Plan de Presa va ligado al Plan de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones de las Comunidades circundantes al PH San Andrés y a los Planes de Actuación Municipal, contando con los Sistemas de Comunicación a las autoridades competentes y con un Sistema de Aviso a la Población situada inmediatamente aguas abajo.

Para que el Plan de Emergencia funcione correctamente, cada vecino ubicado en las poblaciones próximas debe conocer cuál es la mejor manera de actuar en cada una de las situaciones. Recuerda, conocer y entender su funcionamiento es tu responsabilidad.

## ¿Para qué sirve?

El objetivo básico de un Plan de Emergencia de Presas es reducir el riesgo de una posible rotura de presa y los eventuales daños asociados. Para ello resulta esencial:

- La identificación de las situaciones que pueden suponer un riesgo.
- La organización de los medios humanos y materiales para controlar estos riesgos.
- Conocer las instrucciones básicas de actuación en caso de que se active el Plan de Emergencia.

## ¿Cómo se avisará a la población?

### Sirena de Alerta

Tendrá una duración mínima de dos minutos y consiste en emisiones sonoras de dos segundos de duración separadas por un intervalo de tres segundos de silencio. Esta señal puede repetirse varias veces con la misma duración de dos minutos.



2 seg. + 3 seg.

### Sirena de Fin de Alerta

Consistirá en una emisión sonora continua de treinta segundos de duración. Se puede repetir varias veces durante la primera media hora.



30 seg.

## ¿Qué se debe hacer?



Si suena la sirena, hay que dirigirse a los lugares más elevados de la población



Acudir al punto de reunión preestablecido por su municipio y recogido en el Plan de Acción Municipal



Seguir las indicaciones dadas por las autoridades



Alejarse de ríos y torrentes

## ¿Qué es lo que NO se debe hacer?



### No utilice el teléfono

No utilice el teléfono pues colapsará las líneas necesarias para organizar su ayuda. Llame al teléfono **104 0 911** únicamente en caso de petición de auxilio.



### No vaya a buscar a los niños al colegio

No vaya a buscar a los niños al colegio. Los profesores saben cómo actuar y los evacuarán con orden y eficacia, tal como hacen en los simulacros.



### No vuelva hacia atrás

No vuelva hacia atrás, pues las crecidas de los ríos pueden ser muy rápidas y no dar tiempo a un retroceso en la evacuación.

## Después de la emergencia



Regrese hasta recibir instrucciones

No regrese a su domicilio hasta que se declare el final de la situación de peligro, lo cual se realizará de la forma que se indica en el Plan de Actuación Municipal, porque así se lo indiquen las autoridades o porque la sirena le indique el final de la emergencia. Contacte con su Ayuntamiento.



**NO** Viaje en vehículos

Pasada la avenida o riada, no intente viajar en coche, pues los caminos y las carreteras pueden estar impracticables.

## Otros consejos prácticos



### Lleve ropa de abrigo y calzado adecuado

Procure llevar ropa de abrigo y calzado adecuado a las circunstancias para dirigirse a los puntos de encuentro, tanto en verano como en invierno.



### No cruce ríos ni arroyos

Mientras dure la avenida, no intente atravesar ríos ni arroyos, dado que la fuerte corriente del agua podría arrastrarle, tanto si va a pie como si se desplaza en vehículo.



### Prepare material de ayuda

Tenga previsto en un lugar de fácil acceso un pequeño equipo consistente en:

- Radio portátil
- Pilas de recambio
- Linterna



### Lleve teléfono móvil

Si dispone de teléfono móvil, llévelo consigo. En caso de desorientación, puede servir para localizarle.